

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 113

INSTITUT HYDROLOGIQUE DE LYON

ETUDE

SUR LES

EAUX MINÉRALES

OU RÉPUTÉES TELLES

du Département de la Haute-Savoie

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 18 Novembre 1926

PAR

Henry FOURNIER

Né le 13 Août 1898, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme)



LYON

IMPRIMERIE L. BASCOU

42-44, Rue Sala, 42-44

Novembre 1926

INSTITUT HYDROLOGIQUE DE LYON

ETUDE

SUR LES

EAUX MINÉRALES

OU RÉPUTÉES TELLES

du Département de la Haute-Savoie

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 113

INSTITUT HYDROLOGIQUE DE LYON

ÉTUDE

SUR LES

EAUX MINÉRALES

OU RÉPUTÉES TELLES

du Département de la Haute-Savoie

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 18 Novembre 1926

PAR

Henry FOURNIER

Né le 13 Août 1898, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme)



LYON

IMPRIMERIE L. BASCOU

42 44, Rue Sala, 42-44

Novembre 1926

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire : M. HUGOUNEQ

Doyen MM. J. LEPINE.

Assesseur X.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, FLORENCE (A.), ROQUE.

PROFESSEURS

Cliniques médicales.	}	MM. BARD.
Cliniques chirurgicales		PIC.
Clinique obstétricale et Accouchements.		TIXIER.
Clinique ophtalmologique		BÉRARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.		X.
Clinique neurologique et psychiatrique.		ROLLET.
Clinique des maladies des enfants.		NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes.		LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.		MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires.		VILLARD.
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie		LANNOIS.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie		ROCHET.
Chimie biologique et médicale.		NOVÉ JOSSEERAND
Chimie organique et Toxicologie		CLUZET.
Matière médicale et Botanique		HUGOUNEQ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.		MOREL.
Anatomie		BRETIN.
Histologie		GUIART.
Physiologie		LATARJET.
Pathologie interne.		POLICARD.
Pathologie et Thérapeutiques générales		DOYON.
Anatomie pathologique		COLLET.
Chirurgie opératoire		CADE.
Médecine expérimentale et comparée et Bactériologie.		PAVIOT.
Médecine légale		PATEL.
Hygiène		ARLOING (F.)
Thérapeutique, Hydrologie et Climatologie.		MARTIN (Etienne).
Pharmacie		GOURMONT (P.).
		X.
		LEULIER.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'ann cours de Pathologie externe	VALLAS.
— Propédeutique de gynécologie	CONDAMIN.
— Chimie minérale	BARRAL,
— Urologie	GAYET.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Orthopédie	THEVENOT (Léon)
Puériculture et Hygiène de la première enfance	RHENTER,
Chirurgie expérimentale	TAVERNIER.
Stomatologie	TELLIER.

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
GARIN	ROCHAIX	BONNET	DUNET
FROMENT	CORDIER (V.)	RHENTER	CHALIER (André)
TRILLAT	ROUBIER	MAZEL	CHALIER (Joseph)
SARVONAT	FAVRE	SANTY	NOEL
FLORENCE (G.)			

M. BAYLE, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. BARRAL, *Président* ; BRETIN, *Assesseur* ;
MM. PIÉRY et FLORENCE, *Agrégés*.



La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA FEMME

A MON FILS YVES

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

A MA GRAND'MÈRE ET A MON GRAND-PÈRE

A MA MÈRE ET A MON PÈRE

A MES BEAUX-PARENTS

A MES SŒURS

A MES AMIS

A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR E. BARRAL

Professeur de Chimie Minérale
Chevalier de la Légion d'Honneur

A NOS JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR PH. BRETIN

MONSIEUR LE PROFESSEUR PIÉRY

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ G. FLORENCE

AVANT-PROPOS

Un étudiant qui a quitté la Faculté et qui y revient après quelques années ressent une agréable émotion qui se traduit par une vive gratitude envers ses professeurs.

Nous tenons à remercier bien vivement : M. le Professeur E. BARRAL qui, après nous avoir donné un sujet d'étude, a bien voulu accepter la présidence de notre thèse. Ce Maître vénéré n'a cessé de nous prodiguer des conseils précieux et de nous encourager. Qu'il trouve ici avec notre reconnaissance l'hommage de notre profond attachement ;

M. le Professeur Ph. BRETIN ;

MM. les Professeurs agrégés PIÉRY et G. FLORENCE, membres de notre jury.

Nos remerciements vont aussi à M. LE ROUX, Docteur ès-sciences, Conservateur du Musée et de la Bibliothèque de la Ville d'Annecy, Collaborateur de la Carte géologique de France, qui a mis à notre disposition tous les documents pouvant nous être utiles ;

Géologue il a bien voulu nous donner quelques explications sur l'origine géologique de certaines sources. Qu'il reçoive l'expression de notre respectueuse amitié et de notre entier dévouement.

INTRODUCTION

Il est certainement peu de départements en France qui offrent autant de ressources à la thérapeutique minérale et thermale que celui de la Haute-Savoie.

On trouve en effet, réunies dans ce pays, toutes les espèces et toutes les variétés d'eaux sulfureuses, ferrugineuses, alcalines, salines, acidulées, etc., et il est peu de contrées dotées d'un sol aussi pittoresque, d'une nature aussi attrayante, aussi variée, aussi grandiose, aussi favorable également pour venir en aide à l'efficacité de ses eaux.

Les documents historiques ou statistiques antérieurs à la Révolution n'existent point.

VERNEILH, dans sa statistique du département du Mont-Blanc, donne la nomenclature des eaux minérales peu nombreuses qui étaient connues à cette époque. Nous y relevons Menthon, près d'Annecy.

GRILLET, dans le *Dictionnaire Historique*, consacre un chapitre spécial aux eaux minérales, afin, dit-il, « que nos lecteurs voyent dans un seul article tout

ce qui a rapport à ces dons précieux, dont la nature a si abondamment pourvu notre patrie. » Nous remarquons dans sa liste, les eaux de Saint-Gervais, La Caille, Amphion.

En 1853, le savant Docteur BERTINI, de Turin, a publié un ouvrage sur les eaux minérales de la Savoie. Il signale 33 sources minérales, avec indication des analyses et le nom de leur auteur.

En 1855, on trouve quelques renseignements qui sont plutôt géographiques que statistiques dans le *Dictionnaire* du Docteur STÉFANI.

Pendant la même année 1855, CALLOUD, pharmacien à Chambéry, donna lecture à la *Société Médicale* de cette ville de son rapport sur la « Collection des Eaux Minérales de la Savoie », qui devait être envoyé à l'Exposition de Paris. Les échantillons avaient été prélevés par les médecins du pays. On voit figurer dans cette statistique les eaux de Saint-Gervais, Petit-Bornand, Les Ouches, Chamonix, Samoëns, Mathonex, Sixt, La Caille, Brominès, Menthon, etc.

En 1858, devait s'ouvrir une Exposition Nationale à Turin. CALLOUD, dont le concours fut si apprécié en 1855, prépara une collection des eaux thermales et minérales de la Savoie avec la carte hydrographique et géologique indiquant la situation des sources et la nature des terrains où elles sourdent. En plus des échantillons déjà cités, nous y relevons les eaux de Talloires-Berthollet, Châtel-en-Chablais, St-Jean-d'Aulph-en-Chablais, St-André près Rumilly.

Nous devons ajouter que la presse de tous les pays s'était en outre occupée de cet envoi et il était bien

acquis à la science qu'on trouvait en Savoie toutes les eaux minérales que les malades vont chercher sur les divers points de l'Europe.

Depuis CALLOUD, à part le rapport de M. DE MORTILLET à l'Exposition Universelle de 1867, nous ne trouvons aucune statistique des sources d'eaux minérales de la Haute-Savoie.

Nous allons essayer de faire une étude monographique, mais avant d'entrer dans le vif du sujet, il est logique d'adopter une formule capable de définir ce que l'on entend par eau minérale. Nous avons donné notre préférence à la définition de M. le Professeur BARRAL : « Les eaux minérales sont des eaux de sources naturelles dont l'usage provoque sur l'organisme humain des modifications pouvant être utilisées favorablement. »

La publicité faite aux eaux minérales de la Savoie, aux Expositions de 1855, 1857, 1867, a contribué au développement de certaines d'entre elles, aussi nous ne serons pas étonné qu'elles aient été analysées une ou plusieurs fois.

Après avoir donné un aperçu de la structure géologique de la Haute-Savoie, nous essaierons de poser le gisement géologique de chaque source; chaque fois qu'il nous sera possible, nous citerons les analyses effectuées et le nom de leurs auteurs; nous décrirons le développement industriel qu'elles ont atteint; nous signalerons les variations qu'elles auraient pu subir; nous nous appliquerons à établir par des analyses personnelles le degré de potabilité des sources les plus exploitées, parce qu'on ne trouve aucune

trace de semblables recherches, sauf pour les eaux d'Evian; nous vérifierons qualitativement leur minéralisation; enfin nous ferons l'analyse bactériologique de certaines sources,

CHAPITRE II

ESQUISSE GEOLOGIQUE DU DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Un observateur placé sur un point de suffisante altitude, par exemple au sommet du Salève, pourrait embrasser d'un regard circulaire et lire comme sur un schéma, dans leurs grandes lignes, toute la morphologie et la tectonique de la région.

Il verrait ceci :

I. — LE JURA.

D'abord, à l'ouest, la série pressée et parallèle des chaînons du Jura dont l'un d'eux, le Crêdo, est entaillé au passage du Rhône, limite occidentale de la Haute-Savoie.

Ce faisceau jurassien (noyau de terrains secondaires recouvert d'infra-crétacé) s'individualise en chaînes isolées d'allure plus calme, le Vuache et le Mont de Musiège, pli unique fracturé suivant sa ligne de

crête et sectionné par la cluse du Fornant; le Salève, s'abaissant au défilé de la Caille creusé par les Usses et se relayant dans les plis de plus en plus atténués d'Allonzier, de Mandallaz et de Lovagny, qui viennent s'étendre sur la plaine tertiaire.

Enfin, dernières manifestations de facies jurassien, le Semnoz, formation intermédiaire entre le Jura et les Alpes, qui surgit de la plaine d'Annecy pour être brusquement tranché au sud par la grande cassure du Chéran.

II. — LA PLAINE DE LA MOLASSE.

Une grande plaine monotone s'étend de Rumilly par les Bornes, jusqu'au Léman, pour aller rejoindre la plaine suisse. C'est la grande formation de la Molasse qui repose ici en synclinale, dont la surface est parsemée, au plateau des Bornes, de la gigantesque traînée des Rocailles, débris d'un démantèlement quaternaire de la vallée du Borne, dont les matériaux ont été charriés par la dernière glaciation.

A cette région appartiennent ces puissants dépôts glaciaires, résultant des confluences des glaciers du Rhône et de l'Arve, qui édifièrent à l'époque Wurmienne la grande moraine du Mont-Sion.

Cette plaine de la Molasse est presque partout recouverte d'un puissant manteau d'alluvions quaternaires, dont l'épaisseur atteint parfois 100 mètres. Ces alluvions sont le résultat des diverses glaciations Wurmienne et récurrence Néowurmienne ainsi que des stades interglaciaires qui ont remanié les moraines et édifié des cônes de *transition*.

Au point de vue de l'hydrologie souterraine il est à remarquer que de ces alluvions quaternaires surgissent principalement les *sources alcalines* : Thonon, Tougues, Evian. *Dans les environs de cette importante station hydro-minérale* les argiles néowurmiennes constituent un niveau imperméable pour de nombreuses sources, collectées dans les alluvions des terrasses post-glaciaires. Elles empruntent leurs principes alcalins aux roches feldspathiques des moraines charriées des chaînes cristallines des Alpes. Elles sont *filtrées* d'autre part par des sables des dépôts lacustres et préservées du ruissellement superficiel, également par des bancs d'argiles lacustres.

Vers l'Est, on voit brusquement s'élever de cette plaine, pour ainsi dire, les premiers remparts des Alpes. Au Nord et au Sud de la grande coupure de l'Arve, les systèmes montagneux sont d'aspect absolument différent. Les premiers sont constitués par des terrains jurassiques et une masse spéciale d'origine exotique et lointaine : les Préalpes du Chablais. Ce sont les restes de formidables plis couchés venus de l'Est et dont il ne subsiste plus comme témoins que les charnières frontales, le reste ayant été déblayé par l'érosion : par exemple le pic de la Corne en Chablais. Ces nappes de recouvrement reposent paradoxalement sur des terrains plus récents : le Flysch.

III. — LA ZONE SUBALPINE.

Au Sud de l'Arve, s'élève le système des Hautes-Châînes calcaires disposées en arcs de cercle gros-

sièrement concentriques, dont les Aravis sont la corde.

L'axe de ces plis s'infléchit au passage de certains torrents pour constituer des vallées transversales (le Fier) ou pour ménager la dépression du lac d'Annecy par abaissement d'axe, Beauregard, Roc-de-Chère, Mont d'Entrevignes. Ces chaînes calcaires dites « du Genevois », se prolongeant dans les Bauges, forment les arcs successifs décrits plus haut.

I. — Veyrier, pointe d'Andey.

II. — Entrevignes, Roc de Chère, Parmelan, Soudine, Mont-Saxonnet.

III. — Chaîne à socle jurassique de St-Germain qui se relève au delà du Fier pour former Teret, les Frettes, Leschaux.

IV. — La Tournette, Jallouvre, Bargy, Rocher de Nancy.

Tous ces plis encadrent le synclinal tertiaire (flysch) de Serraval-Reposoir où surgissent isolées les masses de Sulens et des Annes, puissantes Klippes, seuls témoins jurassiques et triasiques des plis couchés disparus.

Le faisceau des Hautes-Chânes calcaires se resserre pour reparaître sur la rive droite de l'Arve au rocher de Cluses et fuir comme écrasé sous les puissants massifs des Grands Vents et de Platé.

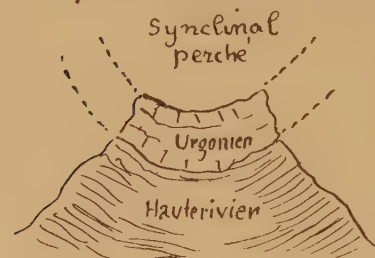
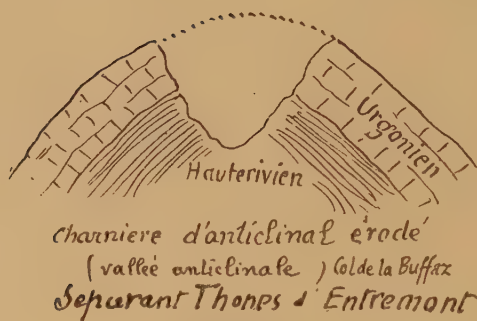
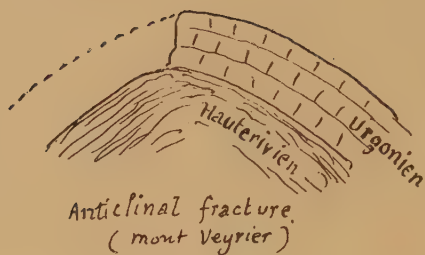
Ces chaînes qui reviennent au jour dans les massifs du Giffre, Sambet, pic de Tanneverge, Fer à Cheval, Grenairon et leurs derniers ressauts vont se tordre dans le pli couché de la Dent du Midi; nœud tectonique et orographique de la Région.

Le caractère orogénique des Hautes-Châînes calcaires, y compris celles des Bauges, est constant : Talus hauteriviens surmontés de calcaires urgoniens résultant d'anticlinaux démantelés dont la cassure vive détermine des abrupts tournés vers l'Ouest (1). Dans d'autres cas, la carapace urgonienne de l'anticlinal est complètement disparue et il se produit une sorte de vallée pseudo-synclinalale par *inversion* du relief, en raison du creusement des couches tendres marno-calcaires de l'haute-rivien qui forme le noyau de la voûte (2).

De même dans d'autres cas (Dents de Lanfon, du Cruet, montagne du Charbon) un fond de synclinal peut être *perché* à une grande hauteur sur un talus de marnes hauteriviennes montrant que c'est un débris de relief ancien très élevé (3).

Les Hautes-Châînes calcaires du Genevois, en se prolongeant dans les Bauges, s'abaissent vers la dépression du lac d'Annecy qui naît dans la *vallée morte* de Faverges et se trouve barrée au Nord par les moraines frontales du glacier néowurmien au pied de Mandallaz. Cette dépression dépendait de l'ancien réseau hydrographique pliocène, où l'Isère, par la Chaise, se déversait sur l'emplacement du lac d'Annecy et rejoignait le Rhône en se jetant dans les Usses, par l'intermédiaire d'une vallée aujourd'hui *morte*, celle du ruisseau insignifiant des Petites-Usses.

Dans cette région subalpine se rencontrent surtout *les sources minérales sulfurées et thermales* : Monthon-Saint-Bernard, Bromines, la Caille, Petit-Bornand.



Type d'inversion de relief
montagne du Charbon (H⁴ Savoie)
et dent de Lanfon

Fig. 1, 2, 3

IV. — LA ZONE CRISTALLINE.

Un sillon, dit subalpin, formé de sédiments des anciens massifs hercyniens sépare la zone subalpine d'une région où s'élèvent les plus hauts sommets de l'Europe.

Cette zone cristalline forme deux puissantes chaînes parallèles, surtout formées de protogine et des schistes cristallins.

1° Les Aiguilles Rouges et le Brevent ont leur flanc jalonné d'affleurements houillers et de lambeaux de trias.

2° Le massif du Mont-Blanc formé de protogine de variétés gneisiques, pénétré de filons de granulite et enveloppé de micachistes.

Entre ces deux chaînes s'étend le synclinal de Chamonix formé de sédiments appartenant au Trias, au Lias, au Crétacé et au nummulitique.

Cette région est injectée de filonets métallifères peu importants. Mais on y trouve quelques sources salines abondantes dont la principale est celle de Saint-Gervais.

V. — ZONE DES PRÉALPES DU CHABLAIS.

En opposition aux talus néocomiens et abrupts urgoniens des Hautes-Chaînes, le Chablais présente un ensemble de montagnes tout autrement sculptées par l'érosion. Les terrains jurassiques y prédominent et faisant abstraction des formations géologiques autochtones qui sont sous-jacentes, on peut y distinguer trois nappes de *recouvrement*, complètement

séparées de leurs racines qui existent très loin au Sud-Est du Mont-Blanc et qui, sous l'influence de formidables poussées, se sont chevauchées les unes les autres en passant sur l'emplacement du Mont-Blanc non encore plissé.

1° La zone de bordure ou de Flysch est caractérisée par des hautes collines boisées (Voirons, Allinges, Collines de Faucigny).

2° Les Préalpes médianes ou zone jurassique sont caractérisées par des sommets arrondis couverts de pâturages et de forêts (Môle, Les Brasses, Hermone).

Dans une zone plus interne, d'après sommets sont sculptés en plein Malm (Jurassique supérieur reposant sur le Lias et le Trias, Pointe d'Oche, Cornette de Bise, Montchauffé).

Les lambeaux exotiques déjà cités de *Sulens* et des *Annes* qui reposent dans le synclinal tertiaire de Seraval-Reposoir sont des témoins de l'extension vers le Sud de la nappe de recouvrement des Préalpes médianes.

3° Enfin, chevauchant la précédente, apparaît la nappe de la *Brèche du Chablais* qui semble violemment disloquée et contraste avec les montagnes arrondies de flysch qui l'entourent.

Dans cette brèche, on distingue plusieurs niveaux qui apparaissent avec des caractères différents dans l'orographie de cette masse de 30 kilomètres de longueur, large de 12 kilomètres, épaisse de plus de 1.500 mètres, reposant dans une vaste cuvette de Flysch sur le bord de laquelle elle se déverse en une charnière frontale d'une admirable netteté, véritable

schéma géologique, le Pic de la Corne, qui s'enfonce en coin dans les couches tertiaires.

Les schistes inférieurs sont façonnés en pentes herbeuses (Lias supérieur); la Brèche inférieure (Dogger) est ciselée en arêtes rocheuses (Haut-Fleury, Haut-Fort, Marcelly); les schistes ardoisiers (Oxfordiens) plus tendres s'abaissent en cols (Chésery, Lens d'Aulph), puis la Brèche supérieure (Jurassique supérieur, Malm) forme des escarpements.

Enfin, à la surface de la Brèche s'étend le Flysch (Gets, Praz de Lys) semé de pointements de roches cristallines, fragments d'un ancien relief que la nappe de la Brèche a raboté dans son mouvement de progression et qu'elle a abandonné sur le Flysch, isolés par l'érosion de leur masse encaissante aujourd'hui disparue.



COUPE PASSANT PAR LE MONT BLANC d'après E. Argand

CHAPITRE III

PROCEDES ANALYTIQUES

L'analyse complète d'une eau minérale nécessite généralement une assez grande quantité d'eau, de plus c'est une opération longue et délicate.

Nous indiquerons les procédés que nous avons employés en les classant.

- 1° Opérations à la source.
- 2° Détermination de la potabilité.
- 3° Recherche des corps minéralisants.

1° OPÉRATIONS A LA SOURCE.

- a) Noter le mode de captage ;
- b) Noter le débit ;
- c) Noter les propriétés physiques et organoleptiques (température, odeur, saveur, limpidité) ;
- d) Noter les dépôts du griffon ;
- e) Nous devrions faire aussi sur place la détermination de l'émanation radioactive de la source,

mais cette recherche nécessite un outillage spécial et une habileté de main que seuls les spécialistes de semblables recherches peuvent faire avec succès et précision.

f) *Dosage de CO² volatil.* — Nous avons transformé CO² en carbonate de baryum, en ajoutant à la source un excès de chlorure de baryum et d'ammoniaque.

g) *Dosage de H²S et soufre total.* — Nous avons employé la méthode iodométrique qui comporte quelques causes d'erreur, mais que sa simplicité rend très avantageuse. On remédie à cet inconvénient par élimination des carbonates et des silicates, en ajoutant auparavant une solution de chlorure de baryum suivie d'une filtration.

1 cc. de la solution N/10 = 0 gr. 0017 H²S,
= 0 gr. 0016 de Soufre.

h) *Recherche des sulfures.* — L'odorat est le meilleur indicateur.

Réactif de choix : 5 gouttes d'HCl et paràphénylène-diamine. Après avoir agité, 1 goutte de perchlorure de fer donne une coloration violette, s'il y a traces de sulfures.

2° *Au Laboratoire* : Détermination de la potabilité.

A. — *Degré hydrotimétrique total* (chaux, magnésic, acide carbonique).

a) Dans un flacon hydrotimétrique 40 cc. d'eau à analyser;

b) Une burette anglaise remplie de liqueur hydrotimétrique titrée.

Vaser *b* dans *a*, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse persiste.

B. — *Degré hydrotimétrique permanent.*

a) 200 gr. de l'eau à analyser dans un ballon. Chauffer à l'ébullition pendant une demi-heure pour précipiter les carbonates.

b) Compléter à 200 gr. avec de l'eau distillée. Filtrer.

c) Prendre 40 cc. de la liqueur dans un flacon hydrotimétrique.

d) Exécuter la même opération que pour le degré hydrotimétrique total.

C. — *Degré hydrotimétrique total moins la chaux.*

a) Mettre 50 gr. d'eau dans un flacon.

b) Ajouter 2 cc. d'oxalate d'ammoniaque à 1/60^e que l'on laisse en contact une demi-heure pour obtenir un précipité d'oxalate de calcium.

c) Après avoir filtré, même opération que pour le degré hydrotimétrique.

D. — *Degré hydrotimétrique permanent moins la chaux.*

a) Chauffer à l'ébullition, pendant une demi-heure, 200 gr. de l'eau à analyser dans un ballon pour précipiter les carbonates.

b) Compléter à 200 gr. avec de l'eau distillée. Filtrer.

c) Exécuter la même opération que pour le degré hydrotimétrique total, moins la chaux,

Recherches des Nitrites.

A. — a) 20 à 30 cc. d'eau.

b) Ajouter 1 cc. à 2 cc. de Réactif de *Tromsdorff* et 2 gouttes d'acide sulfurique.

c) Si on obtient un bleuissement, on conclue à la présence de nitrites.

B. — a) 20 à 30 gr. d'eau.

b) Ajouter 1 à 2 cc. Réactif de *Griess A.*

b) Ajouter 1 à 2 cc. Réactif de *Griess B.*

d) Si on obtient une coloration rose, on conclue à la présence de nitrites.

Recherches des Nitrates.

a) Evaporer 20 gr. d'eau au bain-marie.

b) Ajouter 5 à 6 gouttes de Réactif de *Grandval et Lajoux.*

c) Laisser en contact 5 minutes puis ajouter 2 gr. d'eau distillée.

d) Ajouter 2 cc. d'ammoniaque pour alcaliniser (constater l'odeur).

Si on obtient une coloration jaune, on conclue à la présence de nitrates.

Dosage des Nitrates.

a) Ajouter environ 50 cc. d'eau distillée dans la capsule.

b) Le dosage est exécuté par comparaison à l'échelle.

Confection de l'échelle :

Mettre dans un flacon de 50 cc. de la solution titrée de nitrate de potasse à 0,936 pour 1.000 cc. d'eau.

10 cc. : 5 mmgr.

Il est à signaler que pour éviter des causes d'erreur il faut renouveler l'échelle témoin environ tous les mois.

DOSAGE AMMONIAQUE.

a) Verser 500 cc. de l'eau à analyser dans un ballon de 1 litre.

b) Calciner la magnésie calcinée pour chasser l'ammoniaque qu'elle pourrait renfermer.

c) Ajouter environ 2 grammes de magnésie ainsi calcinée aux 500 cc. jusqu'à ce que l'on obtienne une réaction alcaline que l'on devra contrôler.

d) Distiller dans un appareil en verre de *Schloësing*.

e) Recueillir dans un premier flacon D1, 50 cc. de l'eau, puis recueillir dans un deuxième flacon D2, 50 cc. de l'eau suivante, puis recueillir dans un troisième flacon D3, 50 cc. de l'eau suivante.

f) On ajoute ensuite :

2 cc. de Réactif de *Nessler* au flacon D1 : On obtient une coloration jaune d'ammoniaque;

2 cc. de Réactif de *Nessler* au flacon D2 : On obtient une coloration jaune à peine visible;

2 cc. de Réactif de *Nessler* au flacon D3 : On obtient plus de coloration.

g) L'échelle est confectionnée par une solution de chlorure d'ammonium à 1 cc. = 1/100 mmgr. de NH_3 .

Dans 10 flacons différents on met graduellement 1, 2, 3, 4... cc. de la solution de chlorure d'ammonium.

h) On verse 2 cc. de Réactif de *Nessler* dans les flacons D'1, D'2, D'3.

i) En comparant D'1, D'2, D'3 à l'échelle on a pour chacun la quantité d'ammoniaque qu'il renferme.

j) Pour avoir la quantité d'ammoniaque contenue dans un demi-litre d'eau, il faut additionner les résultats de $D1 + D2 + D3$.

AZOTE ALBUMINEUX.

a) Continuer la distillation dans l'appareil de *Schlœsing* qui a servi à la recherche de l'ammoniaque après avoir ajouté 50 cc. de permanganate de potasse alcalin et une pincée de pierre ponce.

b) Prélever successivement 3 flacons D4, D5, D6.

c) Comparer ces trois flacons à l'échelle ammoniacale après avoir ajouté 2 cc. de Réactif de *Niessler* à ces trois flacons D4, D5, D6.

d) Additionner chaque résultat obtenu pour D4, D5, D6 et le résultat nous donnera la quantité d'azote albumineux par demi-litre d'eau.

Le résultat doit être inférieur à 0 mmgr. 15.

Alcalinité totale.

a) A 250 cc. d'eau, on ajoute 6 gouttes d'orangé poirier.

b) Dans une burette de l'acide sulfurique N/10.

c) 1 cc. d'acide sulfurique N/10 = 0,005 de carbonate de chaux.

Dosage des Chlorures.

a) Il faut ajouter 5 à 6 gouttes de solution de chromate de potasse neutre à 5 % dans 250 cc. d'eau contenue dans un vase à précipité.

b) Dans une burette de 50 cc. graduée, une solu-

tion de nitrate d'argent à 14 gr. 5375 par 1000, soit 1 cc. = 0.005 de chlorure de sodium.

c) Pour avoir la quantité de chlorures par litre il faut multiplier le résultat par quatre.

Dosage des matières organiques.

A. — *En milieu acide.*

a) Dans un flacon on met 100 cm³ d'eau, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique au 1/4, puis 20 cc. d'une solution de permanganate de potasse à 0,0395 pour 100 cc.

b) Dans un autre flacon on verse 200 cc. d'eau plus 10 cc. d'acide sulfurique au 1/4 et 20 cc. de permanganate de potasse à 0,0395 pour 100 cm³.

c) Faire bouillir 10 minutes les ballons A et B.

d) Plonger les 2 ballons dans l'eau froide jusqu'au moment où la température est descendue à 30°; on verse dans chacun d'eux 20 cc. de solution de sulfate ferreux. Liqueur se décolore. On ramène à la teinte rose par le permanganate.

e) Différence de volume de permanganate employé indique en 0 la teneur en matières organiques.

B. — *En milieu alcalin.*

Mêmes opérations, mais au lieu d'acide sulfurique au quart, on emploie 3 cc. de solution de bicarbonate de soude saturée. En milieu alcalin on doit avoir un résultat égal ou supérieur.

Dosage des sulfates.

a) Porter à l'ébullition un demi-litre d'eau et on ajoute de l'HCl pour acidifier.

b) Ajouter un léger excès d'azotate de baryum et laisser reposer 12 heures. Faire bouillir 1/4 d'heure.

c) Filtrer et recueillir le précipité sur un filtre.

d) Laver le filtre à l'eau distillée, puis sécher à l'étuve et calciner.

e) Peser.

f) On déduit le poids d'acide sulfurique en multipliant le poids obtenu par 0,3434.

Dosage de la chaux.

a) Porter un demi-litre d'eau à l'ébullition, en présence de chlorure d'ammonium pulvérisé en excès (5 grammes environ).

b) Verser de l'oxalate d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de précipité, puis filtrer après 12 heures.

c) Laver à l'eau distillée; sécher à l'étuve ; calciner.

d) Transformer l'oxalate de chaux en sulfate de chaux en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique dilué et en ajoutant de l'acide sulfurique.

e) Chauffer au bain de sable et peser. Le poids obtenu $\times$ par 0,042 = le poids en CaO.

3. — Enfin, nous chercherons les corps minéralisants autres que CO_2 , H_2S , calcium.

Nos recherches peuvent s'étendre sur la silice, le fer, l'aluminium, le potassium, le sodium, l'acide phosphorique, le chlore, l'iode, le brome.

Nous citerons seulement le procédé que nous avons utilisé pour distinguer la silice et le fer dans les eaux minérales que nous avons analysées.

Silice. — a) Evaporer 2 litres d'eau et ajouter HCl en excès.

b) Evaporer à sec.

c) Reprendre le résidu par l'HCl concentré.

d) Evaporer à siccité.

e) Chauffer au bain de sable vers 250° à 300°.

f) Recueillir dans un creuset en alundum ou dans un creuset de Gooch.

g) Laver le précipité, calciner.

h) Peser la silice en SiO_2 .

Fer et aluminium.

a) Additionner de quelques gouttes d'acide azotique la liqueur séparée du précipité de silice. Faire bouillir.

b) Traiter après refroidissement le peroxyde de fer obtenu, par du chlorure d'ammonium et de l'ammoniaque en excès.

c) Refaire une nouvelle précipitation dans les mêmes conditions, afin d'éliminer la chaux et la magnésie qui pourraient encore se trouver.

d) Dessécher, calciner, peser ce deuxième précipité d'oxyde de fer et d'alumine.

e) Précipiter le fer en traitant par de la potasse en excès et à l'ébullition l'oxyde de fer et d'alumine desséché et calciné que l'on a redissous dans de l'eau acidulée avec de l'acide chlorhydrique. L'alumine est restée dans la solution.

f) Redissoudre le précipité d'oxyde de fer dans l'acide chlorhydrique.

g) Doser soit par la méthode volumétrique (ré-

duire à l'état de sel ferreux par l'hydrogène naissant et doser par le permanganate).

Soit par la méthode pondérale (précipiter par l'ammoniaque, calciner et peser).

La quantité d'alumine est obtenue en déduisant le poids du fer du poids total obtenu précédemment, fer et alumine.

CHAPITRE IV

PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Si nous avons effectué sur place quelques déterminations, notamment les dosages sulfhydrométriques, de CO_2 , il nous a fallu faire des prélèvements d'eaux pour continuer ces analyses.

Nous avons fait nos prélèvements dans des bouteilles blanches de 1 litre. Nous avons préalablement lavé ces récipients au permanganate (20 centimètres cubes de solution saturée), puis, après égouttage, nous avons laissé en contact 10 minutes environ, avec 10 centimètres cubes d'acide sulfurique pur. Nous avons rincé nos bouteilles avec de l'eau ordinaire, jusqu'à cessation de toute acidité, au tournesol; ensuite, grand lavage à l'eau distillée. Avant de faire les prélèvements, les bouteilles ont été rincées plusieurs fois avec l'eau des sources à analyser. Les bouchons maintenus pendant une heure, dans de l'eau distillée bouillante, ont été ensuite lavés à l'eau de la source minérale.

Chaque fois que nous l'avons pu, nous avons fait nos prélèvements au griffon, quelquefois c'est au robinet où l'eau est tirée, qu'il nous a fallu recueillir l'eau à analyser.

Lorsque nous avons opéré au réservoir d'émergence de la source, nous avons eu soin de plonger les bouteilles à une certaine profondeur (égale distance de la surface et du fond de la source), et à une certaine distance des bords (autant que possible, au milieu du réservoir ou du bassin naturel de l'émergence).

Tous nos prélèvements ont été faits pendant une période de beau fixe.

Nous avons eu soin de ne pas laisser ces récipients au soleil et à la lumière, afin d'éviter la cause d'erreur signalée par M. le Professeur Barral, qui conclut que l'on peut trouver des nitrites dans une bouteille exposée à la lumière, lors même qu'elle n'en renfermait pas au moment du prélèvement.

CHAPITRE V

CLASSEMENT DES EAUX MINERALES

Avant de faire l'étude de chaque source, il nous paraît utile d'indiquer que nous avons respecté la structure géologique de la Haute-Savoie pour classer par localité les différentes sources.

Zone molassique.

Evian : 21 sources alcalines.

Amphion : 2 sources alcalines, 1 source sulfureuse,
1 source ferrugineuse.

Chens (port de Tougues) : 1 source alcaline.

Thonon : 1 source alcaline.

Allinges : 1 source alcaline.

Maxilly : 1 source à plusieurs émergences, sulfureuses et ferrugineuses.

Etrembières : 1 source ferrugineuse, 1 source sulfureuse, 1 source alcaline.

Feternes : 1 source alcaline.

La Caille : 2 sources sulfureuses, 1 source ferrugineuse.

Bromines : 1 source sulfureuse.

Saint-André : 1 source ferrugineuse, sulfureuse.

Thusy-Planchamp : 1 source sulfureuse.

Nappe des préalpes bordières ou médianes.

Saint-Jean-d'Aulph : 1 source sulfureuse.

Abondance : 2 sources alcalines.

Chatel : 2 sources sulfureuses, 1 source ferrugineuse.

Zone subalpine.

Sixt : 1 source ferrugineuse.

Samoëns : 2 sources sulfureuses, 1 source ferrugineuse.

Les Voirons : 1 source alcaline, 1 source ferrugineuse.

La Roche-sur-Foron : 1 source.

Petit-Bornand : 1 source sulfureuse.

Grand-Bornand : 1 source sulfureuse, 1 source ferrugineuse.

Menthon : 1 source sulfureuse, 1 source alcaline.

Zone cristalline.

Chamonix : 1 source sulfureuse, 1 source ferrugineuse.

Les Houches : 1 source ferrugineuse.

Saint-Gervais : 1 source alcaline, 1 source sulfureuse, 1 source ferrugineuse,

CHAPITRE VI

EVIAN-LES-BAINS

Evian, la reine des stations de la Haute-Savoie, possède un grand nombre de sources autorisées par l'Etat. Cette coquette ville, de plus de 3.000 habitants, située à 374 mètres d'altitude, au bord du lac Léman, dans un cadre grandiose, exploite depuis très longtemps ses eaux. Des palaces, des casinos font d'Evian-les-Bains une ville d'eau mondaine.

L'histoire d'Evian remonte à l'occupation romaine.

Généralités sur les eaux d'Evian. — Etude géologique.

Les sources minérales qui surgissent sur tout le territoire en bordure de la rive méridionale du *Léman* (environs d'Evian, Thonon, Allinges, Tougues, Maxilly, etc. etc.), ont une origine à peu près identique. L'étude générale de leur gisement géologique

dérivra de l'histoire des phénomènes de transport ayant édifié les matériaux détritiques, qui se sont succédé par phases et épisodes successifs, pendant les périodes glaciaires, pour arriver à fixer le régime hydrologique souterrain actuel.

Ce que l'on pourra dire de l'une d'elles au point de vue origine, s'appliquera dans les grandes lignes à toutes les autres. La question va être résumée ici, à la lumière des recherches scientifiques effectuées par le regretté maître de la géologie alpine, W. KILIAN.

Les formations quaternaires s'étagent en gradins successifs jusqu'à l'altitude de 1.000 mètres.

Elles présentent d'abord, en bas, des dépôts lacustres, delta récent de la Dranse, et trois systèmes de terrasses respectivement à 7 mètres, 15 mètres, 30 mètres.

Ensuite, un ensemble de dépôts glaciaires très argileux, à cailloux striés et blocs alpins variés, disposés en gradins (Evian, Neuvecelle, Thonon) et formant le plateau de Saint-Paul-Bernex. Le tout est recouvert d'un *manteau imperméable* de cailloutis fluviaux et torrentiels, contenant d'énormes *masses sableuses*.

L'histoire géologique des phénomènes dont la succession a produit la disposition actuelle des divers terrains au seuil desquels naissent et s'alimentent les sources minérales, peut être reconstituée de la façon suivante.

Pendant la période interglaciaire, Wurm-Néowurmien, à la suite de précipitation atmosphériques formidables, s'est édifié un puissant cône de déjection formé d'amas de cailloux, de sables et de graviers en

couches inclinées vers le lac et cimentées en poudingues dans la base.

Lors du retour des glaciers, qui déposèrent alors des moraines (glaciation néowurmienne) le cône de déjection fut recouvert et protégé d'un manteau imperméable d'argile, moraine de fond, qui isole et maintient *sous pression* les eaux provenant d'infiltrations d'amont qui imbibent les puissants lits sableux de l'ancien cône de déjections interglaciaires.

Enfin le glacier s'est retiré définitivement abandonnant la cuvette du Léman et laissant sur ses bords, témoin de ses stades successifs, les gradins du glaciaire élevé (maximum d'extension) et du glaciaire inférieur (réduction extrême).

Nous prendrons comme type, la source d'*Evian-Cachat*, qui a certainement le régime le plus parfait, la masse filtrante atteignant son maximum.

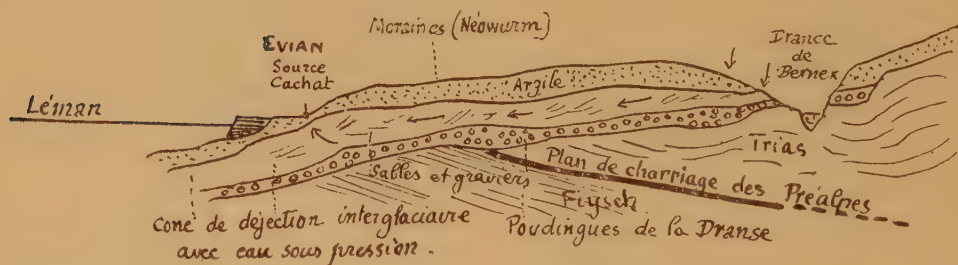
Le régime hydrologique de la *Source Cachat*, à *Evian*, est le suivant. L'eau surgit dans des conditions de débit, de pression, qui permettent d'en fixer la cause dans leur mode de circulation au travers des dépôts fluvio-glaciaires. Il y a lieu de considérer dans ces formations quaternaires, deux complexes très différents. D'abord un manteau protecteur, complètement étanche, formé de boue glaciaire, argileuse, imperméable, farcie de cailloux et blocs striés d'origine glaciaire, préservant la couche imperméable des ruissellements superficiels.

Cette couche est formée de sables fins et cailloutis sableux très imperméables qui sont des épisodes de sédimentation torrentielle. C'est là que circule l'eau

sous pression. Enfin, cette masse sableuse repose sur l'ensemble de cailloutis cimentés en poudingues (poudingues de la Dranse), anciens cônes de déjection interglaciaires dont les anses s'inclinent nettement sur le Léman.

Pendant leur parcours dans les sables, les eaux se sont filtrées d'une façon parfaite et, grâce à l'acide carbonique qu'elles contiennent en dissolution, elles ont emprunté aux éléments détritiques (roches cristallines) les principes alcalins mis en liberté par la kaolinisation, puis aussi aux calcaires, dolomies, débris d'argile triasique, salifère et gypse, les corps qui constituent les carbonates alcalins caractérisant leur minéralisation.

Cette disposition que nous venons de décrire des matériaux filtrants, la parfaite étanchéité des couches qui emboîtent la masse filtrante, mettent l'eau à l'abri de toute contamination et lui assurent, d'autre part, cette admirable limpidité qui rend l'eau d'Evian-Cachat l'une des plus efficaces des sources françaises au point de vue thérapeutique.



ORIGINE DES EAUX D'EVIAN d'après W. Kilian

Classification des Eaux d'Evian.

Le Groupe Cachat, des Eaux d'Evian, est composé des sources :

Cachat, autorisée le 19 septembre 1878 ;

Bonnevie, — —

Guillot, — —

Vigner, — —

Les Cordeliers, autorisée le 11 mars 1883;

Clermont, — —

La Croix, autorisée le 22 février 1901 ;

Première, autorisée le 24 mars 1896;

Vaudoux.

Les autres sources d'Evian sont :

Les Grottes, autorisée le 8 janvier 1897 ;

La Précieuse, autorisée le 2 juillet 1893;

Graziella, autorisée le 27 juillet 1907 ;

Ducs de Savoie ;

Eviana ;

Châtelet, autorisée le 12 mars 1907, mais l'autorisation a été retirée et cette source n'est plus exploitée.

Analyses. — Les eaux du Groupe Evian-Cachat ont été analysées par le Laboratoire du Conseil Supérieur d'Hygiène, les prélèvements ont été faits par M. E. Bonjean.

	SOURCE	SOURCE	SOURCE	SOURCE	SOURCE	SOURCE	SOURCE
	CACHAT	BONNEVE	GUILLET	SOURCE des Cordeliers	CLERMONT	SOURCE des DUCS	SOURCE
							Montmaison
Matières organiques évaluées en 0							
Sol. acide	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	2,000	0,250
Sol. alcaline	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	2,000	0,250
Évaluée en acide oxalique: sol. acide..	1,970	1,970	1,970	1,970	1,970	15,760	1,970
— sol. alcaline	1,970	1,970	1,970	1,970	1,970	15,760	1,970
Azote ammoniacal	0	0	0	0	0	0	0
Azote organique	0	0	0	0	0	0	0
Nitrites	0	0	0	0	0	0	0
Nitrates en Az O ³ H	2,5	2,5	3,4	2,5	3,7	20	2,5
Acide phosphorique	0	0	0	0	0	0	0
Acide sulfurique en SO ³	9,6	10	10	9,6	10	»	10
Chlorure de sodium en Na Cl	6	6,8	6,8	5,6	6,8	14	7,2
Chlore correspondant en Cl	3,6	4,1	4,1	3,3	4,1	8,5	4,3
Résidu à 110°	344	348	347	345	348	—	349
Résidu après calcination	286	290	289	290	288	—	289
Perte au rouge	58	58	58	55	60	—	60
Silice en Si O ²	30	17	29	28	18	—	16
Chaux en Ca O	115,3	117	116	114	116	—	119
Magnésie en Mg O	42,3	45	40	43	43,6	—	47,2
Acide nitrique en Az O ³ H	3,5	2,5	3,4	2,5	3,7	20	2,5

Composition probable :

Silice en Si O ²	30	17	29	28	18	18
Sulfate de chaux en SO ⁴ Ca						18

Nitrate de chaux en (Az O ₃) ₂ Ca.	3,2	3,2	4,4	3,2	4,8	26	5,6
Degré hydrotimétrique total	30°5	33°	30°6	29°7	31°5	30°6	32°4
Degré hydrotimétrique permanent ...	»	»	»	»	»	»	»
Alcalinité en CO ₃ Ca	300	296	304	288	304	228	308

Examen bactériologique :

Numération	0 germe	1 germe	0 germe	2 germes	12 germes
Ensemencement	21 jours	24 jours	21 jours	21 jours	21 jours
Spécification	Eau stérile	Mucor Mucedo Absence B. C. et Gerbens suspect	Eau stérile	Mucor Mucedo Levure blanche Bacillus subtilis Absence B. C.	Levure Bac. flavus Liquéfaction Bacterium terno Bacillus subtilis

Conclusions	Eau d'excellente qualité, dureté absolue et composition minérale invariable	Eau d'excellente qualité	Eau d'excellente qualité	Eau d'excellente qualité	Eau très bonne qualité
-------------------	--	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------

Température de l'eau	11°2	10°9	11°	10°9
----------------------------	------	------	-----	------

Nous devons aussi citer l'analyse qu'a faite notre maître M. BARRAL, en 1882, sur les eaux des sources de Clermont et des Cordeliers.

	Source de Clermont	des Cordeliers
Acide carbonique	0,1244	0,1028
— azotique	0,0040	0,0040
— phosphorique	0,0005	0,0005
— chlorhydrique	traces	traces
— sulfurique	traces	traces
Silice	0,0100	0,0091
Iode	néant	néant
Chaux	0,1104	0,1092
Magnésie	0,0354	0,0348
Potasse	0,0020	0,0019
Oxyde de fer	0,0014	0,0012
Alumine	0,0020	0,0019
Ammoniaque	traces	traces
Total des substances dé-		
terminées	0,2907	0,2717
Résidu solide p. litre....	0,300	0,280

Le Source Preciosa, ou La Précieuse, a été analysée et nous reproduisons les résultats sans pouvoir citer l'auteur et la date de l'analyse.

Acide carbonique combiné	0,11825
— carbonique libre	0,14399
— azotique	0,00605
— phosphorique	0,00095
— chlorhydrique	0,00842
— sulfurique	0,01599
Silice	0,01278
Chaux	0,11393
Magnésie	0,01110
Potasse	0,00558
Soude	0,02636
Oxyde de fer	0,00059
Alumine	0,00241

Enfin, nous citerons les analyses des eaux du Chalet lorsque nous parlerons de cette source.

EVIAN-CACHAT

Cette source est de beaucoup la plus importante, aussi avons-nous cru intéressant d'en faire l'historique et d'emprunter à Bonjean les lignes qu'il consacre sur la fixité remarquable de la composition des eaux d'Evian-Cachat.

La première analyse signalée de cette eau, est celle du Professeur TINGRY, de Genève, qui date de 1807, mais on ne peut pas la retrouver.

En 1828, le Professeur PESCHIER analysa l'eau d'une source découverte en 1827, en faisant un murage dans la partie basse du terrain de M. Fauconnet, à Evian. Cette source prit, plus tard, le nom de « Source Ca-

chat ». Les résultats de cette analyse sont exprimés sur 10 livres, poids de marc et en grains. La traduction que nous en avons faite, d'après les documents trouvés, donne les résultats suivants :

Documents « dix livres, poids de marc, de la dite eau, évaporée à siccité, ont fourni un produit pulvérulent grisâtre qui a fortement attiré l'humidité, et dans lequel ont été reconnus :

	en grains	en mmgr. et par litre
Nitrate de chaux (grains).....	9,75	105
Carbonate de chaux	22,20	226
— de magnésie	0,6	7
— de soude et potasse.	1,8	19
Hydrochlorate de soude	0,15	2
Silice	2,60	27
Alumine et fer	0,30	4
Substances organiques azotées....	1	11

Cette analyse ne peut être prise en considération, car, comme le fait remarquer l'auteur même de cette analyse, PESCHIER :

« Les sources qui renferment du nitrate de chaux
« traversent des terrains recouverts de bâtiments en
« maçonnerie, un mur fraîchement construit dans la
« direction de celle dont il s'agit, que, quoi qu'il en
« soit, à 50 pieds (environ 16 mètres) et que le terrain
« soit en pente, vu son peu de profondeur, 3 pieds
« (environ 0 m. 90), la présence de ce nitrate ne peut
« lui être attribuée. »

Il y a lieu de remarquer que le chlorure de sodium existait dans les limites où on le trouve aujourd'hui.

Une analyse aurait été faite par Barruel, le 6 mars 1844; dans les documents, rien n'indique que cette analyse s'applique à l'eau de la Source Cachat.

La première analyse sérieuse serait celle de Brun, qui date de 1869, et que nous allons indiquer dans le tableau ci-dessous.

Ces eaux ont été ensuite analysées par Hardy, de l'Académie de Médecine de Paris, Wilm, de Lille, en 1889, Bonjean, de Paris, en 1904.

Ces différentes analyses ont permis à Bonjean de faire le tableau comparatif suivant :

	BRUN GENÈVE en 1869	HARDY PARIS en 1878	WILIN LILLE en 1889	BONJEAN PARIS en 1904	BONJEAN PARIS en 1911
Résidu à 140°	303	304	321	315	307
Acide sulfurique des sulfates..	5,4	26,6	6,5	8	7
Acide azotique des nitrates....	3,8	»	2,2	3	3
Chlores des chlorures	0,6	traces très sensibles	1,8	2	2,5
Potasse	2	environ 3,3	2,7	»	1,5
Soude	6,6	environ 3,3	9,1	»	7
Magnésie	35,9	52,6	38,5	43	41
Chaux	110	116,4	109,7	100	102
Silice	10	»	14	13	14
Alumine	2	»	»	traces	traces
Protoxyde de fer	1,2	Fe203	»	traces	traces
Alcalimétrie totale en CO ₃ Ca....	»	»	291	300	296

Bonjean a conclu : « Beaucoup d'eaux minérales
« très réputées subissent, au cours des différentes
« périodes de l'année, des variations dans leur com-
« position minérale, qui, pour certaines, peuvent
« prendre une assez grande ampleur.

« D'autres eaux sont, au contraire, immuables et
« leur composition minérale est d'une fixité remarquable.

« Les périodes pluvieuses ou les périodes de sécheresse n'ont aucune influence sur elles.

« Parmi celles-ci, il y a lieu de signaler la Source Cachat, d'Evian-les-Bains, dont la minéralisation est constamment, absolument fixe.

« Depuis que l'analyse rigoureuse de cette eau a été effectuée, c'est-à-dire depuis plus de quarante ans, on constate que la composition de cette eau n'a même pas varié de quelques milligrammes. »

Captage de la Source Cachat.

Le captage de la Source Cachat, que nous avons visité, est vraiment remarquable, ainsi que l'indique la photographie du plan que M. Barillot, directeur général des Eaux d'Evian, a bien voulu nous confier.

Nous croyons résumer les travaux exécutés en citant le programme que M. Guau, ingénieur des Mines, traça et réalisa pour stabiliser le captage.

1° N'apporter aucune modification au régime d'équilibre hydrodynamique en remplaçant pendant l'exécution des travaux la charge d'eau par une pression équivalente d'air comprimé.

A cet effet, un sas ayant été aménagé, un compresseur permit de mettre hors eau la galerie captante tout en maintenant le débit constant.

Aucune fuite d'air ne se produisit, ce qui prouve l'imperméabilité absolue du recouvrement argileux.

2° Enlever entièrement l'ancien boisage et les ter-

rains éboulés en procédant à un curage jusqu'aux terrains en place.

3° Murailleur la galerie en plaçant dans les parois en béton moulé des éléments « captants » permettant le libre afflux des eaux sans entraînement des sables.

4° Remployer tout l'intervalle entre l'extrados du muraillement et le terrain naturel par du sable préalablement lavé dans l'eau de la source.

5° Placer 2 portes de serrement en bronze nickelé, dont l'une sépare le captage proprement dit de la Galerie de protection et l'autre s'appuie sur le serrement régulateur.

6° Aménager un déversoir recevant le trop plein du régulateur; les eaux de ce déversoir tombant dans un bassin spécialement aménagé pour mettre en évidence leur parfaite limpidité et leur coloration bleue caractéristique.

Recherches personnelles. — La perfection probable des analyses exécutées par des chimistes connus nous invitait à nous contenter de citer leurs analyses. Nous avons tenu à comparer les résultats donnés par nos méthodes.

Nos recherches nous ont donné :

Température de l'air : 22°

Température de l'eau : 11°5.

Saveur. — Pas de saveur spéciale si ce n'est une sensation de fraîcheur. De plus, cette eau n'a pas le pétilllement des eaux gazeuses et, cependant, elle est fortement aérée comme le démontrent les nombreuses bulles qui se déposent sur les parois du verre.



Captage de la Source Cachat à Evian-les-Bains.

Débit : 596 litres à la minute, soit 858.240 litres par jour.

Degré hydrotimétrique total	29°
— — — moins la chaux.....	18°
— — — permanent	13°
— — — moins la chaux.....	12°5
Chlorures	3
Nitrites	0
Nitrates en NO^3H	traces insignifiantes
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0
Azote albuminoïde	0
Matières organiques en solution acide	»
Matières organiques en solution alcaline	2,5
Chaux	62,5
Magnésie	2,1
Alcalinité	300
Fer	0

Conclusions. — Les analyses que nous avons signalées, le degré de perfection du captage, l'abondance du débit, nos recherches personnelles nous amènent à conclure que l'eau de la Source Cachat est absolument pure et de constitution fixe. Les garanties qu'offre sa mise en bouteille sont telles qu'aucun germe n'est décelé dans l'Eau d'Evian bue à table.

EVIAN-GROTTES

Cette source se trouve à Evian, sur la route de Maxilly, au bord du Lemán, au milieu d'un parc merveilleux de châtaigniers centenaires.

Elle a été autorisée en 1897 et est exploitée depuis 1898.

Le point naturel d'émergence se trouve sous la voûte d'une imposante grotte.

Il est intéressant de signaler que l'on accède en haut du Hall de remplissage de la Grotte, d'une part, en dedans de la Grotte, en franchissant une porte fermée par un gros rocher que l'on est parvenu à mettre sur des gonds; d'autre part, on accède au bas de l'embouteillage en suivant un souterrain de 250 mètres environ, éclairé à l'électricité et où circule à double voie un Decauville qui transporte les bouteilles.

Dans ce cadre féerique, l'eau des Grottes est embouteillée à la Source, directement au Griffon, ainsi protégée de toute contamination.

L'histoire géologique de cette source est à peu près identique, dans ses grandes lignes, à celle des sources du Groupe d'Evian.

L'analyse de cette eau a été faite par M. le Professeur Chuard, chef du Laboratoire de Chimie, à Lausanne, qui nous en a donné la composition suivante :

Résidu total	372,6
Résidu fixe	356,3
Matières organiques par oxydation	6,5
Carbonate de chaux	236,6
Carbonate de magnésie	61,4
Sulfate de chaux	23,7
Oxyde de fer et d'alumine	1,6
Chlorure de sodium	4,2
Carbonate de soude et potasse	6
Silice et autres éléments non dosés.....	22,8

356,3

L'analyse bactériologique a été exécutée par le Laboratoire Municipal de Chimie, qui a donné, en ce qui concerne cette analyse, la conclusion suivante :

« La recherche du Coli-Bacille sur 100 cm³ a donné un résultat négatif. »

Recherches personnelles.

Captage : naturel.

Débit : environ 60 litres à la minute, soit 86.400 litres par jour.

Température de l'air: 21°.

Température de l'eau: 11°2.

Odeur : aucune.

Saveur : fraîche.

Limpidité : parfaite.

Aucun dépôt au griffon.

Degré hydrotimétrique total	29°
— — — moins la chaux	9°
— — — permanent	5°
— — — moins la chaux	2°5

Chlorures	12
Nitrites	0
Nitrates	5
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0
Azote albuminoïde	0
Matières organiques en solution alcaline ...	6
Chaux	114
Magnésie	10,5
Fer	0

Conclusions. — La Source des Grottes a le grand avantage d'embouteiller ses eaux au Griffon. L'eau est pure. Le cadre unique de son exploitation est à remarquer et à signaler.

LES AUTRES SOURCES D'EVIAN

Evian possède, en plus du très important Groupe Cachat et de la Source des Grottes, quelques sources plus ou moins exploitées, qui sont autorisées par l'Etat.

Leur composition chimique est à peu près semblable, seule une différence de chloruration est à remarquer. Leur numération en germes non pathogènes diffère parfois, mais toutes sont exemptes de Bacilles pathogènes. Ces eaux peuvent être déclarées pures.

Nous parlons des :

Source Graziella ;

Source des Ducs ;

Source Preciosa ;

Source Eviana ;

dont le périmètre de protection est plus ou moins grand et leur captage généralement acceptable.

Avant de terminer notre étude sur les eaux d'Evian, nous devons signaler la Source du Châtelet, qui, autorisée en 1907, a vu son autorisation retirée. La Source du Châtelet, en employant le terme répandu, « se serait perdue ».

L'étude de M. le Professeur Sellier avait donné la constitution suivante aux eaux du Châtelet :

Résidu sec	0,40100
Alcalinité calculée en acide sulf. nécessaire.	0,31040
Résidu converti en sulfates	0,52766
Acide carbonique total	0,38250
Bicarbonate de calcium	0,42300
— magnésium	0,02600
— sodium	0,01712
— potasse	0,01966
— fer	0,00017
Chlorure de potassium	0,00024
Sulfate de chaux	0,08993
Chlorure de sodium	0,01700
Nitrate de chaux	0,00560
Alumine	0,00200
Silice	0,01250
Matières organiques	0,01600
Lithium et manganèse	lég. traces
	0,63422

M. le Professeur Barral, qui a fait, le 6 avril 1923, une remarquable analyse des eaux du Châtelet, a bien voulu nous communiquer les résultats qu'il avait obtenus.

Evian-Chatelet

Température de l'eau à l'émergence : 7°8.

Limpide, inodore, incolore.

Résidu sec à 110° en mmgr. par litre).....	408,7
— à 180°	395,4
— au rouge	375
Perte au rouge	33,7

Cathions

Anions

Calcium	117,2	Carbonique Co^3 ..	508,5
Magnésium	13,8	Chlore	7,44
Sodium	12,9	Sulfurique SO^4 ..	35,5
Potassium	5,1	Silicique Si O^3 ..	10
Manganèse	0,08		
Aluminium	0,15		
Fer	0,2		
Lithium	traces		

Rendu sulfurique	512,6
Alcalinité totale en CO^3Na^2	316,4
— de l'eau bouillie	57,2
— en ions H, PH=.....	8,42 à 22°
Concentration des ions H libres $\text{CH}=0,381 \times 10^8$;	
Concentration des ions OH, en $\text{COH}=2,66 \times 10^6$;	
Alcalinité de l'eau bouillie, PH = 7,20 à 22° ;	
Concentration des ions H libres, $\text{CH}=0,312 \times 10^7$;	

Concentration des ions OH libres, $\text{COH}=3,24 \times 10^7$;

Abaissement cryoscopique $\Delta = 0,025$;

Résistivité électrique 480 ohms à 20° ;

Résistivité électrique de l'eau bouillie, 1350 ohms.

Recherches personnelles. — Nous n'avons pu faire de prélèvement, l'établissement étant fermé.

Conclusions. — La source du Châtelet possédait une eau à peu près identique aux autres sources du bassin d'Evian. L'eau a disparu pour des raisons inconnues.

CONCLUSIONS SUR LES EAUX D'EVIAN

Les Eaux d'Evian sont des eaux bicarbonatées, caliques et magnésiennes, mais dans de si faibles proportions qu'elles ne donnent pas une explication des effets qu'elles produisent.

Mentionnons que Chiaï, appliquant les enseignements du Professeur Dastre sur les ions, consacre de longs développements pour démontrer que Cachat est une eau à ionisation presque totale et possède des propriétés électriques spéciales qui expliqueraient son action et particulièrement sa puissance osmotique.

Nous concluerons :

Les Eaux d'Evian sont des eaux à minéralisation faible, remarquables par leur grande pureté.

AMPHION

Hameau de la commune de Publier, situé au bord immédiat du Léman à l'altitude de 430 mètres, éloigné de 4 kilomètres d'Evian et de 6 kilomètres de Thonon.

La constitution géologique d'Amphion est à peu près semblable à celle d'Evian, seule la masse filtrante remarquable à Evian est peut-être inférieure en épaisseur.

Amphion possède deux sources d'eau alcaline, une source sulfureuse, une source ferrugineuse et sulfureuse.

AMPHION. — MAXIMA ALCALINE

Cette Source a été autorisée le 30 décembre 1862, elle est captée au milieu d'une propriété immense jouissant d'une vue remarquable sur le Léman.

L'analyse de cette eau a été faite par le Docteur Crolas et par le Professeur Hugounenq, doyen de la Faculté de Médecine de Lyon. Ils nous en ont donné la composition suivante :

Température : 11°.

Carbonate de calcium	0,2080
— magnésium	0,1000
— sodium	0,0060
Phosphate de fer et d'alumine	0,0006
Sulfate de sodium	0,0090
Sulfate de potassium	0,0080
Chlorure de sodium	0,0002
Azotate de sodium	0,0030
Silice	0,0126
	0,3468

L'analyse bactériologique qui a été faite par M. le Professeur agrégé Roux lui a permis de conclure :
« Eau microbiquement très pure ».

Recherches personnelles :

Captage : offre de grandes garanties, très bonnes conditions de gisement.

Température de l'air : 23°.

Température de l'eau : 11°3.

Saveur : fraîche et très légèrement acidulée.

Débit : 30 litres à la minute environ, soit 43.200 litres par jour.

Odeur : aucune.

Limpidité : parfaite.

Dépôts du griffon : aucun.

Degré hydrotimétrique total	22°
— — — moins la chaux ..	8°5
— — — permanent	6°5
— — — moins la chaux ,	4°

Chlorures	10
Nitrites	0
Nitrates	0
Azote ammoniacal	0,04
Azote albuminoïde	0,08
Matières organiques en sol. alcaline en O.	0,2
Chaux	74,6
Sulfates	louche faible
Magnésie	10,5
Fer	0
Alcalinité	350

Conclusions. — Nous pouvons donc conclure à la faible minéralisation de cette eau et à sa pureté.

AMPHION ALCALINE

Cette source, qui appartient à la commune, est située à environ 200 mètres de la Source Maxima, à la même altitude et toujours au bord du Lemman.

Elle a déjà été exploitée, mais les travaux actuellement en cours nous ont empêché de prélever des échantillons (canalisations obstruées).

La situation et l'histoire de la Source, d'après les renseignements puisés auprès des habitants, nous permettent de supposer que sa composition est en tout point semblable à celle de Amphion-Maxima alcaline.

AMPHION MAXIMA SULFUREUSE

Cette source sulfureuse se trouve à 6 mètres de la Source Maxima alcaline. Elle a été découverte en faisant les travaux nécessaires à l'exploitation de la Source Maxima alcaline, à environ 3 mètres de profondeur.

La nouvelle source sulfureuse qui n'est pas captée n'a jamais été analysée.

Captage : elle n'est pas captée.

Débit : environ 10 litres à la minute, soit 14.400 litres par jour.

Température de l'air : 23°.

Température : 12° centigrade.

Odeur : de l'hydrogène sulfuré.

Saveur : fade mais supportable.

Limpidité : parfaite.

Dépôt au griffon : précipité blanchâtre de sulfures le long de l'écoulement de l'eau.

Degré sulfhydrométrique total	0,6
— — — total moins H ² S	0,38
— — — moins H ² S et sulf.	0,3
Degré hydrotimétrique total	25°
— — — moins la chaux .	11°
— — — permanent	6°5
— — — moins la chaux .	6°
Chlorures	12
Nitrites	présence

Nitrates en NO^3H	traces
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,03
Azote albuminoïde	0,04
Matières organiques en sol. alcaline.....	0,6
Chaux	79,8
Magnésie	2,1
Fer	0
Alcalinité	350
Hydrogène sulfuré	0,12
Sulfures	0,08
Hyposulfites	0,3

Conclusions. — La présence de nitrites rend l'eau sulfureuse, non potable en l'état actuel des lieux, mais cette eau peut être employée utilement en bains et gargarismes.

AMPHION FERRUGINEUSE SULFUREUSE

A 150 mètres de la Source alcaline d'Amphion, dans la cour de l'Hôtel des Princes, toujours sur les rives du Lemman, coule la source dite ferrugineuse, facilement reconnaissable à la teinte rouge des cailloux. D'autre part, une légère odeur d' H_2S signale cette source qui n'est pas exploitée.

A notre connaissance, aucune analyse de cette eau n'a été faite.

Recherches personnelles :

Captage : rudimentaire.

Débit: 15 litres à la minute, soit 21.600 litres par jour.

Température de l'air : 22°5.

Température de l'eau : 11°5.

Odeur : très légère d'H²S.

Saveur : métallique, fade mais très supportable.

Limpidité : parfaite.

Dépôt au griffon : coloration rouge des cailloux, précipité blanchâtre de sulfures.

Degré sulfhydrométrique total: 0,2.

La faible teneur en principe sulfuré nous empêche de réaliser d'autres dosages.

Degré hydrotimétrique total	18°
— — moins la chaux .	11°
— — permanent	6°
— — moins la chaux .	5°5
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates en NO ³ H	traces
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,15
Azote albuminoïde	0,24
Matières organiques en solution alcaline	
en O par litre	0,5
Chaux	39,9
Magnésie	2,1
Fer	présence
Alcalinité	350
H ² S, sulfures, hyposulfites	0,2

Conclusion. — Bonne eau minérale ferrugineuse, légèrement sulfureuse.

MAXILLY

Commune se trouvant à 4 kilomètres d'Evian et au bord du Lemman, à l'altitude de 420 mètres.

Trois sources émergent à une distance d'environ 200 mètres les unes des autres. Nous avons exécuté les essais dont nous donnons le résultat pour chaque source et les résultats nous ont montré qu'elles avaient les mêmes qualités minérales.

Ces eaux ne sont pas exploitées et n'ont jamais dû être analysées.

Réactions d'essais :

Eau de la source + carbonate de baryum = L'eau est restée limpide.

Eau de la source + ferrocyanure de potassium + acide azotique = L'eau s'est colorée en bleu de Prusse.

Eau + acétate de plomb = précipité noir.

Nous considérons donc comme approximativement propres à chaque source les résultats que nous donnons de nos recherches sur la source la plus abondante.

Captage. : pas une source n'est captée.

Débit : celui de la source analysée est de 12 litres par minute, celui des 3 sources réunies de 23 litres environ, soit 33.120 litres par jour.

Température de l'air : 22°5.

Température de l'eau: 11°6 centigrade.

Odeur : très vague d'H₂S.

Saveur : métallique et légèrement fade.

Limpidité : parfaite.

Dépôt au griffon : coloration rougeâtre des cailloux et léger dépôt blanchâtre.

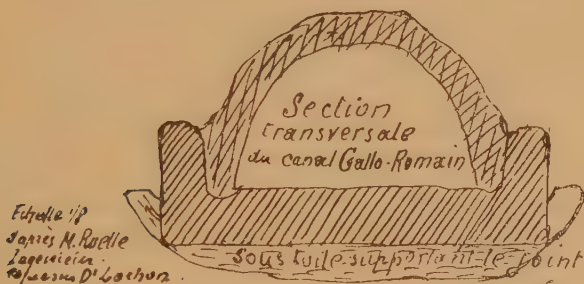
Degré sulfhydrométrique total	0,6
— — — moins H ² S ...	0,32
— — — H ² S et sulfures	0,21
Degré hydrotimétrique total	25°
— — — moins la chaux .	12°
— — — permanent	1°5
— — — moins la chaux..	1°5
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates en NO ³ H	5
Sulfates	0
Azote ammoniacal	0,02
Azote albuminoïde	0,05
Matières organiques en sol. alcaline en	
O par litre	0,9
Chaux	74,1
Magnésie	0
Fer	présence
Alcalinité	400
Hydrogène sulfuré	0,28
Sulfures	0,11
Hyposulfites	0,21

Conclusion. — Eau minérale ferrugineuse et légèrement sulfureuse, très potable.

THONON-LES-BAINS

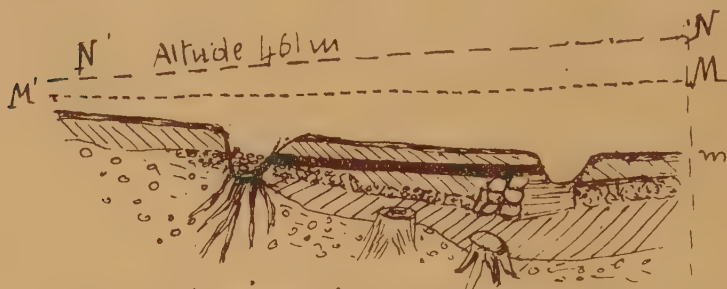
Chef-lieu d'arrondissement de la Haute-Savoie, à l'altitude de 431 mètres, sur les bords du Lemman, possède une source connue de la plus haute antiquité.

Les eaux de la Versoie, à Thonon-les-Bains étaient déjà exploitées par les Romains, puisqu'en 1882, en creusant pour rechercher la source dite n° 2, les ouvriers employés au terrassement trouvèrent les vestiges d'une conduite en poterie (voir plan), des débris de vases d'origine gallo-romaine, des monnaies romaines.



Des pièces portant l'effigie des Empereurs Claude, Nerva, Antonin, Trajan et Commode, qui ont régné aux I^{er}, II^e, III^e siècles de l'ère chrétienne, trouvées dans des urnes cinéraires placées à l'intérieur de la source, indiquent que ces eaux bienfaisantes auraient été consacrées à quelque divinité.

Le plan de M. RUELLE, ingénieur, que nous reproduisons et que nous avons tiré de l'ouvrage de M. le D^r LOCHON, sur les Eaux de Thonon, nous montre l'aspect de la région à l'époque romaine ; on remarque que le niveau du terrain était sensiblement inférieur au niveau actuel.



Coupe du terrain et de la canalisation gallo-romaine
tels qu'ils devaient être au III^e siècle

Plan de M. Ruelle - Reproduction du D^r Lochon.

THONON - LA VERSOIE

Jusqu'au XVI^e siècle, nous n'entendons plus parler de ces eaux. A cette époque, l'apôtre du Chablais, SAINT FRANÇOIS DE SALES les a recommandées dans plusieurs de ses lettres pour laver les plaies et guérir les ophtalmies.

Les eaux de *La Versoie* furent analysées pour la première fois en 1770, par TINGRY, de Genève.

En 1859, CALLOUD, pharmacien et chimiste distingué à Chambéry, les a analysées et a conclu : « Ces faits
« réunis donnent un intérêt particulier à cette eau
« et la rendent digne d'une utilisation médicale, bien
« que les proportions des sels minéralisateurs n'excè-

« dent pas celles ordinaires aux eaux potables. Mais
« l'alcalinité beaucoup plus prononcée dans cette eau
« que dans les meilleures eaux potables, la propor-
« tion et la nature résineuse balsamique de sa matiè-
« re organique présentent une condition minéralisa-
« trice estimée en médecine, surtout dans les traite-
« ments des voies urinaires, la font sortir de la classe
« des eaux potables et la rendent susceptible d'être
« utilisée à titre thérapeutique. »

OSSIAN Henry, père, membre de l'Académie impériale de Médecine, analyse l'eau une année plus tard, et fait un rapport dont les conclusions sont à peu près semblables à celles de CALLOUD.

En 1882, la ville de Thonon fait capter à ses frais les sources, et fait commencer la canalisation qui transportera l'eau aux Bains. Elle cède ensuite ces eaux à une Société. A l'heure actuelle, la ville de Thonon en est redevenue propriétaire.

Le captage actuel englobe trois sources :

1° La source *Saint-François*, qui fournit l'eau à la buvette de La Versoie, son débit est de 80 litres à la minute.

2° La source des *Romains*, son débit est de 80 litres à la minute.

3° La *Grande Source*, qui est de beaucoup la plus importante, a un débit de 200 litres à la minute.

Le Dr Lochon, auquel nous devons un grand nombre de notes sur les eaux de la Versoie, en a fait, en 1896, une analyse complète. Nous ne signalerons que ce qui nous intéresse, c'est-à-dire l'analyse chimique.

Acide carbonique total	0,082
— azotique	0,007
— phosphorique	traces
— chlorhydrique	0,0022
— sulfurique	0,0269
Silice	0,040
Iode	néant
Arsenic	} Traces non dosées
Cuivre	
Fer	
Alumine	
Manganèse	
Chaux	0,112
Magnésie	0,0182
Soude en chlorure de sodium	0,040
Matières organ., résino-balsamique...	traces sensibles
	non dosées
Résidu à 100°	0,328

-Etude géologique. — La source de *La Versoie* comme toutes celles qui servent à l'alimentation de la ville de *Thonon*, provient des alluvions d'origine lacustre, formées de cailloux de petites dimensions et de sables en couches inclinées vers le Nord, bien perméables, collectant les eaux qui retiennent les argiles glaciaires sous-jacentes. Ces alluvions font partie d'une basse terrasse lacustre, datant de la fin de la glaciation Néo-Wurmienne, située en contre-bas de plateaux formés de dépôts glaciaires plus anciens.

Recherches personnelles :

Captage : deux immenses réservoirs reçoivent ses eaux.

Débit : il est d'environ 360 litres à la minute, soit de 518.400 litres par jour.

Limpidité : parfaite.

Odeur : inodore.

Saveur : très douce au goût.

Température : 11°.

Degré hydrotimétrique total	22°
— — — moins la chaux	9°
— — — permanent ...	8°5
— — — moins la chaux ...	8°
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates en NO^3H	4
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,05
— albuminoïde	0,05
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,6
Chaux	74,1
Magnésie	2,1
Fer	0
Alcalinité	330

Conclusions. — Eau très légère et très pure, dont le D^r LOCHON, de Thonon, a fait une étude très complète.

THONON-LES ALLINGES

Cette source non captée, avoisine le Groupe des sources de La Versoie. Cette eau qui coule au pied d'un chêne est réputée dans le pays pour guérir les ophtalmies.

La constitution géologique est celle des eaux de Thonon et conforme à la coupe des Allinges, que nous donnons pour expliquer la structure de la source de La Versoie.

Nous avons tenu à analyser cette eau, et l'analyse nous a montré qu'elle était à peu près semblable à celle de La Versoie.

Captage : elle n'est pas captée.

Débit : environ de 10 litres à la minute, soit 14.400 litres par jour.

Limpidité : parfaite.

Odeur : aucune.

Saveur : agréable.

Température de l'air : 22°.

Température : 11°1.

Degré hydrotimétrique total	24°
— — — — — moins la chaux	10°
— — — — — permanent ...	7°5
— — — — — moins la chaux	7°5
Chlorures	10
Nitrites	0
Nitrates en NO^3H	4
Sulfates	louche faible

Azote ammoniacal	0
— albuminoïde	0
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,5
Chaux	79,8
Magnésie	0
Alcalinité en carbonate de chaux	315
Fer	0

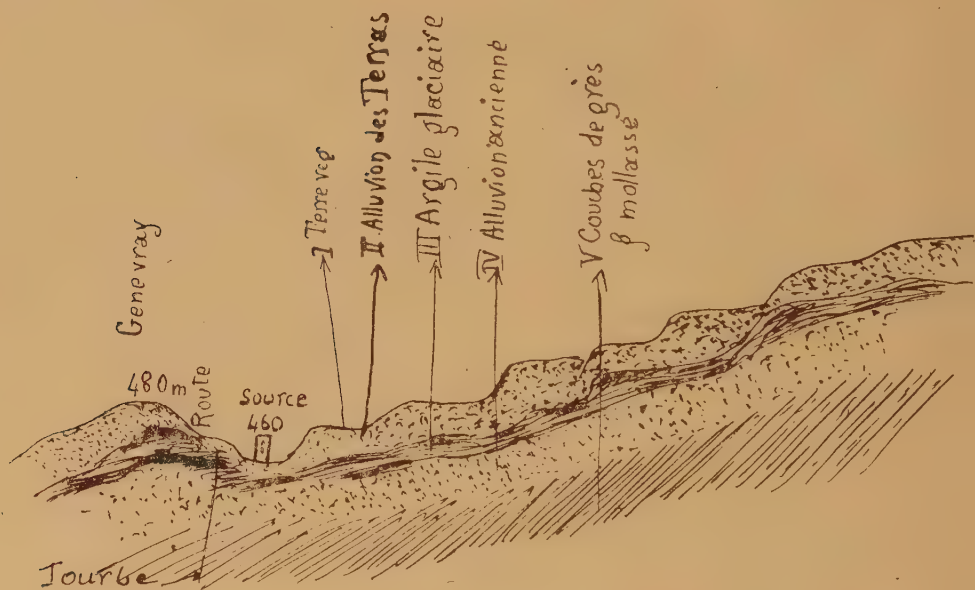
Conclusions. — Eau très pure, semblable à celle de La Versoie, mais dont le débit est si faible qu'elle n'a pu être captée, les 3 autres sources alimentant les bains de Thonon étant très largement suffisantes.

THONON - MARCLAZ

Pour compléter cette nomenclature, nous devons signaler la source d'eau ferrugineuse située à 3 kilomètres de Thonon, et un peu en amont du village de Marclaz.

Les eaux dont nous parlons ont été analysées par TINGRY, qui nous signale 0 gr. 10 de fer, 0 gr. 15 de sélénite et 0,45 de calcaire, par litre d'eau.

Peu éloignée de Thonon, cette source aurait une grande importance, si son eau était transportable, malheureusement, elle doit être consommée sur place et elle ne peut pas, par conséquent, supporter l'em-
bouteillage.



DOUVAIN-PORT DE TOUGUES

Dans le grand parc de l'hôtel Nazarc, au Port de Tougues, hameau de la commune de Chens, une source autorisée par l'Etat depuis le 10 avril 1869 est connue depuis de longues années.

L'emplacement remarquable au bord du Léman, la propriété immense qui lui sert de périmètre de protection, promettent à cette source un avenir certain.

L'eau, après avoir passé par des conduits en fonte, sur une longueur de 100 mètres, coule par un robinet constamment ouvert.

L'analyse que nous allons communiquer aurait été faite au moment de la demande d'autorisation, mais il ne nous a pas été possible de connaître ni le laboratoire, ni l'auteur de l'analyse.

Acide carbonique libre	0,1052
Bicarbonate de sodium	0,0531
— de potasse	0,0023
— de chaux	0,2199
— de magnésie	0,1359
Chlorure de sodium	0,0030
Phosphate de sodium	0,0026
Traces d'alumine	0,0127
	0,5347

Recherches personnelles.

Captage : a été fait dans de bonnes conditions.

Débit : environ 26 litres à la minute, soit 37.440 litres par jour.

Température de l'air : 22°.

Température de l'eau : 11°7 centigrade.

Limpidité : parfaite.

Odeur : aucune.

Saveur : très fine et fraîche.

Degré hydrotimétrique total	25°
— — — — — moins la chaux	10°
— — — — — permanent	4°
— — — — — moins la chaux	4°
Chlorures	15°
Nitrites	0
Nitrates en NO ³ H	12
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0,02
—, albuminoïde	0,05
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,9
Chaux	85,5
Magnésie	0
Fer	0
Alcalinité en carbonate de chaux.....	300

Conclusions. — Cette eau qui doit être très pure à l'origine gagnerait à ce que captage et tuyauterie soient revus, pour éviter l'abondance de nitrates. Chlorures dont on ne devrait trouver que des traces. Cette eau est néanmoins de bonne qualité.

ETREMBIERES

Localité contiguë à Annemasse, n'est éloignée que de 6 kilomètres du Léman. Altitude de 420 mètres.

Au bord de l'Arve, à 300 mètres en amont du pont, se trouvent trois sources froides. Les essais que nous avons faits à chaque source nous ont confirmé qu'il y avait :

1 source sulfureuse.

1 source alcaline très abondante.

1 source qui est ferrugineuse (les cailloux striés sur le lit de son écoulement sont rouges), mais qui est à sec actuellement.

Les gens de la localité nous ont signalé que lorsque le torrent de l'Arve est à sec et que les eaux de la source se déversent dans la rivière, on sent une forte odeur d'œufs pourris à une certaine distance.

D'après les renseignements recueillis, il paraîtrait que ces eaux auraient été analysées à Genève et à Paris, mais nous n'avons pu nous procurer ces analyses.

Etude géologique. — La source d'*Etrembieres* a son gisement géologique dans le système complexe des formations quaternaires, qui se superposent ou s'emboîtent les unes dans les autres, de chaque côté de la rivière d'Arve. Il existe en effet deux systèmes de terrasses: l'un plus ancien, à 36 mètres au-dessus du niveau de l'Arve, l'autre à 11 mètres, répondent à deux épisodes de sédimentation du régime hydrogra-

phique quaternaire et reposant sur les moraines de la glaciation Néo-Wurmienne, dont les argiles constituent les niveaux collecteurs. Les matériaux de transport de ces moraines sont formés pour la plupart des roches cristallines et aussi d'éléments calcaires. C'est au contact des premiers que les eaux d'imprégnation qui sont formées en profondeur empruntent leur minéralisation.



Systeme des terrasses quaternaires
de Gaillard à Etrembières. d'après FAYRE

LA SOURCE SULFUREUSE.

Recherches personnelles.

Captage : inexistant.

Débit : environ 12 litres à la minute, soit 17.280 litres par jour.

Odeur : légère d'H²S.

Saveur : fade caractéristique.

Température : 11°2.

Degré sulfhydrométrique total	3,4
— — — — — moins H ² S.	2,8
— — — — — H ² S et sulf.	1,9
Degré hydrotimétrique total	14°
— — — — — moins la chaux	4°
— — — — — permanent	1°5
— — — — — moins la chaux	1°

Chlorures	4
Nitrites	0
Nitrates	0,013
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,04
— albuminoïde	0,04
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,6
Chaux	57
Magnésie	2,1
Alcalinité	230
Fer	traces
H ² S	0,6
Sulfures	0,9
Hyposulfites	1,9

Conclusion. — Bonne eau minérale, qui mériterait d'être captée, si le débit était un peu plus abondant.

SOURCE ALCALINE

Captage : très mauvais.

Débit : environ 65 litres à la minute, soit 93.600 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : agréable.

Limpidité : très limpide.

Température : 10°9.

Degré hydrotimétrique total	18°
— — — moins la chaux	7°
— — — permanent ...	3°
— — — moins la chaux	2°5

Chlorures	4
Nitrites	0
Nitrates	0
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0,03
— albuminoïde	0,03
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,2
Chaux	62,7
Magnésie	2,1
Fer	légères traces
Alcalinité	300

Conclusion. — Eau pure, ayant des qualités manifestes de légèreté.

SOURCE FERRUGINEUSE

Cette source étant à sec lorsque nous nous sommes rendu à *Etrembières*, nous ne pouvons que signaler sa présence.

Nous ajouterons que cette source est vite tarie par la moindre sécheresse, et que son débit maximum atteint environ 5 litres à la minute.

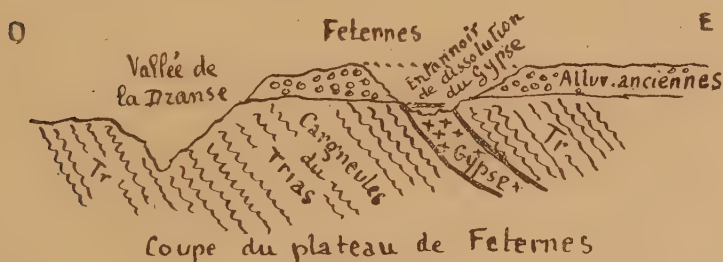
Sa minéralisation est légère, puisque très peu sensible au goût, à ce que m'ont dit les villageois.

FETERNES

Commune située sur une hauteur, à 8 kilomètres de Thonon, et à 12 kilomètres d'Evian, altitude de 683 mètres.

Près du hameau de « *Chez Divos* », au « *Lac Doux* », après avoir suivi un sentier à travers champs, on arrive au bord d'un petit lac surmonté d'une falaise, de 10 mètres de haut à son extrémité sud. Au pied de ce dénivellement, au milieu de graviers et de molasses, jaillit la source que nous allons étudier.

Etude géologique. — Formation morainique très argileuse, à cailloux striés formant un gradin datant de la phase de retrait du glacier Néo-Wurmien. Ce gradin a pour soubassement le système habituel torrentiel et fluvial qui a déposé les poudingues interglaciaires de la Dranse.



Recherches personnelles.

Captage : n'existe pas.

Débit : environ 60 litres à la minute, soit 86.400 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : très légèrement acidulée.

Limpidité : parfaite.

Température de l'air : 20°5.

Température de l'eau : 11°.

Degré hydrotimétrique total	29°
— — — moins la chaux	8°5
— — — permanent ...	5°
— — — moins la chaux	5°
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates	2
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,06
— albuminoïde	0,06
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	5
Chaux	122
Magnésie	0
Alcalinité	300
Fer	0

Nous devons à M. DEBORNE, docteur en pharmacie, à Thonon, de connaître l'analyse bactériologique qu'il a faite de ces eaux :

Numération : Colonies aérobies, par cm³ : 40.

Spécification : *Bacillus aquatilis*.

Mucor Mucedo.

Recherche de l'Indol : néant.

Recherche spéciale du coli-bacille et du bacille d'Eberth par le procédé Péré : néant.

Le Directeur du Bureau d'Hygiène de Thonon conclut : « Eau potable ».

Conclusion. — Nous dirons, comme CALLOUD l'a dit en 1859 : Ces eaux peuvent être réservées à un emploi thérapeutique, grâce à leur légèreté. En tout cas, cette eau pure gagnera à être captée convenablement.

LA CAILLE

Hameau de la commune d'Allonzier, situé sur la route d'Annecy à Genève, connu et réputé par ses bains, situés à 200 mètres au-dessous du pont suspendu de La Caille, au bord du torrent Les Usses. .

L'altitude du pont est 645 mètres et celle des bains de 500 mètres. On descend au fond du ravin par une route en lacets actuellement praticable à tous les véhicules.

Les eaux sulfureuses chaudes de La Caille sont connues dès la plus haute antiquité.

En 1847, des travaux de déblais exécutés sur le périmètre de la source principale, ont fait découvrir les restes d'anciens thermes romains construits en briques.

Des constructions se rapportant au Moyen-Age montrent que la source a été utilisée à cette époque.

Le temps et ses agents, le torrent des Usses et ses graviers alluviens, avaient envahi et fini par condamner cette source à se perdre silencieuse au fond du ravin, marquant le sol d'un dépôt blanchâtre qui attestait la richesse de son principe sulfureux et témoignant de son existence.

Il arriva, en 1782, que quelques malades des environs abandonnés par la science (!?) eurent l'idée, en désespoir de cause, d'essayer de ces eaux, dont la tradition remémorait les cures merveilleuses.

Malgré le mode un peu trop primitif de les exploiter, la renommée de ces eaux alla croissant et elles attirèrent, en 1784, le célèbre BONVOISIN.

Les eaux de La Caille furent solennellement analysées le 14 septembre 1800, en présence du Préfet du Léman, par MM. TINGRY, PIELET, DE LA RIVE, DE SAUSURE, PAUL et COLLADON, tous membres distingués de la Société des Arts et Sciences de Genève.

Ils signalèrent :

Température de l'eau : $24^{\circ}5/8$ de Réaumur.

Température de l'air : 16° .

Sulfures alcalins.

Sélénite.

Sel marin.

Carbonates de chaux.

Terres siliceuses.

Fer.

Depuis cette date, de nombreuses analyses ont été faites. Nous signalons la plus répandue, que nous devons à un chimiste de Genève, M. PYRAINE-MORIN, analyse qui date de 1841.

Bicarbonate de potasse	3
— de soude	63
— de magnésie	13
— de chaux	104
Sulfure de calcium	5
Chlorure de sodium	5
Sulfate de chaux	12
— de magnésie	51
— d'alumine	4

Silicate d'alumine	5
— de magnésie	21

Glairine, quantité toujours tellement notable que les baigneurs peuvent en pêcher dans leurs bains.

Pesanteur spécifique : la même que celle de l'eau distillée, ce qui s'explique par la quantité de gaz qu'elles contiennent (?).

Plus tard, en 1882, l'Ecole des Mines de Paris en a fait l'analyse, que nous reproduisons :

Résidu fixe par litre	0,3950
Acide carbonique	0,3153
— sulfhydrique	0,0044
— chlorhydrique	0,0062
— sulfurique	0,0196
Silice	0,0300
Protoxyde de fer	traces très faibles
Chaux	0,1237
Magnésie	0,0576
Potasse	0,0006
Soude	0,0101
Matières organiques	0,0020
Silice	0,0300
Bicarbonate p. oxyde de fer	traces très faibles
— de magnésie	0,1843
— de chaux	0,2923
Sulfate de chaux	0,0296
Chlorure de potassium	0,0008
— de sodium	0,0086
Sulfure de sodium	0,0107
Matières organiques	0,0020

Avant, d'en faire une étude personnelle, signalons qu'il est regrettable que le manque de moyens de communications rapides, d'une part, et l'insuffisance de l'Hôtellerie actuelle, d'autre part, ne permettent pas à cette station située dans une gorge des plus curieuses de se développer.

Gisement géologique des sources.— Le torrent des *Usses* coupe en cluse l'anticlinal Urgonien du Salève, entamant profondément le noyau *hauterivien* de la voûte (fig. 1).

Les parois du ravin donnent la coupe suivante de cette dernière formation (fig. 2).

Les sources thermales émergent toutes sur la rive gauche dans la couche marneuse 5. (Voir plan.)

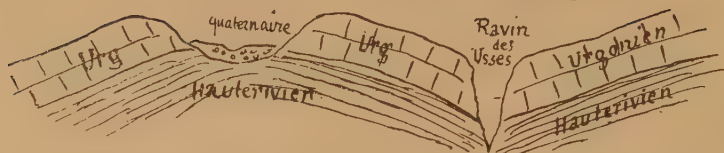
Par contre, une source ferrugineuse à température ordinaire et d'autres toutes froides, surgissent sur la rive droite dans le calcaire gris 2.

Celles de la rive droite viennent certainement du Salève, et elles sont froides; celles de la rive gauche devraient être également froides si elles venaient de la chaîne Allonzier-La Balme.

Il y a donc à rechercher une autre origine pour les sources thermales de la rive gauche. Celle-ci serait, suivant l'hypothèse que proposait autrefois MAILLARD, l'émergence d'une nappe très profonde collectée par les marnes noires hauteriviennes, à Toxaster et Exogyra, que l'on retrouve à plusieurs kilomètres de là, dans l'un des premiers plis des Hautes-Châines calcaires du Genevois, la montagne de Soudine.

Cette eau cheminerait sous la plaine de la Molasse,

Anticlinal d'Allonzier - Salève



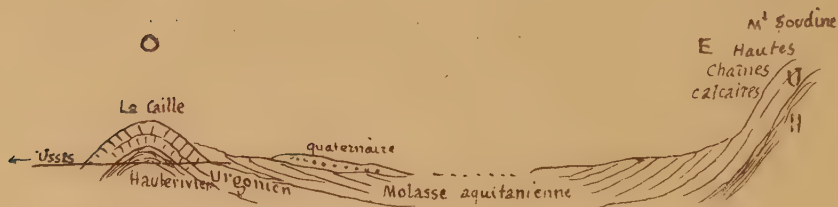
PROFIL DE L'ANTICLINAL COUPÉ PAR LES Usses La Caille



PLAN DE LA CLUSE DES Usses



COUPE DE LA CLUSE DES Usses



PROFIL EN TRAVERS DE LA PLAINE MOLASSIQUE

à une profondeur suffisante pour expliquer son degré de thermalité.

Après avoir signalé les deux principales sources à degré et composition semblables, nous étudierons la plus importante au point de vue débit.

Recherches personnelles.

L'eau sulfureuse chaude de La Caille comporte deux sources, l'une, la source *Saint-François*, a un débit bien supérieur à l'autre.

Les bains de La Caille sont donc alimentés par ces deux sources, formant un débit global d'environ 80 litres par minute, soit 115.200 litres par jour.

Le captage est composé d'un immense réservoir de plus de 100.000 litres d'une part et d'une prise directe au Griffon d'autre part. Les eaux ainsi prélevées traversent les Usses dans des conduits aériens, en fonte, dans lesquels l'eau perd de 1° à 3°, suivant la température de l'atmosphère.

Odeur : très prononcée d'hydrogène sulfuré, que l'on sent à une certaine distance.

Saveur : fade, caractéristique.

Limpidité : parfaite.

Dépôt : très abondant, blanchâtre, floconneux, de sulfures aux griffons et dans les baignoires. Tous les murs des salles de bains sont noircis.

Température de l'air : 20°5.

Température de l'eau : 22°5.

Degré sulfhydrométrique total		5,9
—	— moins H ² S.	4,6
—	— H ² S et sulf.	2,8

Degré hydrotimétrique total	16°5
— — — moins la chaux	9°
— — — permanent	6°5
— — — moins la chaux	5°75
Chlorures	3
Nitrites	0
Nitrates	0,013
Sulfates	louche faible
Azote ammoniacal	0,15
— albuminoïde	0,12
Matières organiques en solution acide	0,5
— — — alcaline en 0 par litre	0,5
Chaux	42,75
Magnésie	3
Fer	0
Alcalinité	300
H ² S	1,3
Sulfures	1,8
Hyposulfites	2,8

Conclusions. — La richesse minérale, la qualité thermale, le cadre exceptionnel, mériteraient une exploitation plus moderne des bains de La Caille.

Plus que partout ailleurs, les malades doivent trouver à La Caille le calme des bois, la régularité du climat, l'air pur.

La source ferrugineuse, peu minéralisée, doit servir de boisson et être ainsi d'un précieux secours au point de vue thérapeutique.

BROMINES

Hameau de la Commune de Sillingy, à 8 kilomètres d'Annecy, au pied de la montagne de Mandallaz. Les bains sont à une altitude de 500 mètres.

Cette source, comme son nom l'indique (*Bromos* : fétide) est connue de la plus haute antiquité ; mais de ce nom on ne doit pas tirer une supériorité de sulfuration que la source aurait eue à l'origine sur ses semblables. En effet, un savant, M. LAUDERER, qui a habité l'Orient, et qui a communiqué des notes sur les eaux minérales de la Grèce et de la Thessalie, rapporte (*Journal de Pharmacie et Chimie*, tome XVIII, 1850) que les sources sulfureuses froides de ces contrées sont désignées exclusivement Bromaneri. La source sulfureuse froide Bromines aurait été simplement, du temps des Romains, de la classe des Bromaneri, et la qualification habituelle de la source, serait depuis restée à la localité comme les noms de Bagnes, Bagnères, Bagnol, Bath, etc... Acqui, Aigues, Aix, Ax, Dax, etc... sont restés à ces stations thermales d'après l'utilisation qu'on faisait de leurs eaux chaudes. Les Romains lettrés parlaient aussi bien le grec que le latin, même dans la période gallo-romaine à laquelle se rapportent tous leurs établissements hydro-minéraux, en deça des Alpes.

La source de *Bromines* est autorisée par l'Etat depuis le 28 mars 1884.

Les bains ont été exploités avec un certain succès, puisqu'une diligence faisait autrefois le service entre Bromines et Annecy.

Plusieurs projets ont aussi été étudiés pour amener cette eau à Annecy, mais la Grande Guerre 1914-1918 est survenue, faisant renoncer à l'exploitation des bains et abandonner tous les projets.

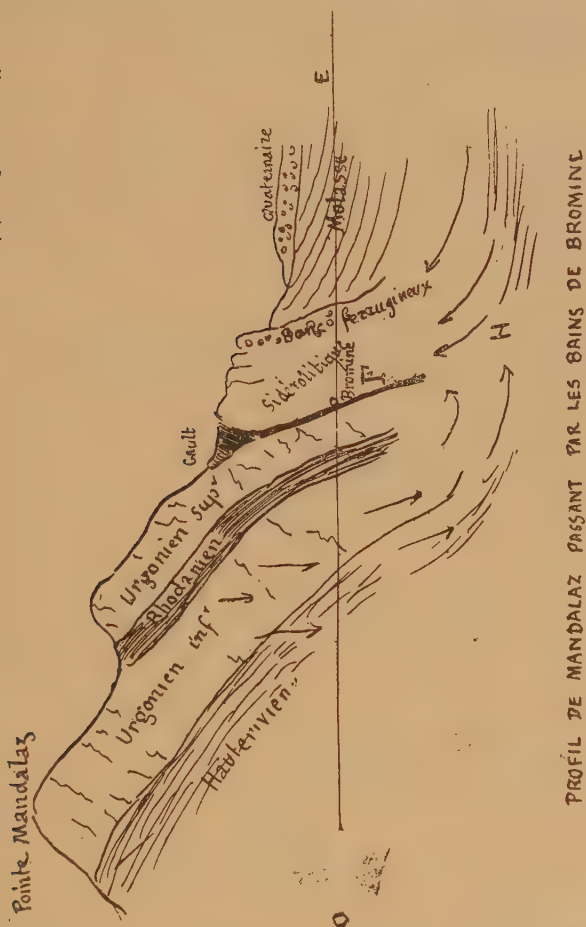
L'analyse de l'eau de Bromines a été faite au Laboratoire de La Martinière, à Lyon, en 1854, qui a donné les résultats suivants en milligrammes, par litre.

Potasse	5
Bicarbonate de soude	67
— de magnésie	15
— de chaux	109
Sulfate de calcium	7
— de sodium	7
— de chaux	15
— d'alumine	6
Silicate de magnésie	25
— d'alumine	7

243 mmgr.

La source thermale sort au flanc S.-E. de la montagne de Mandallaz; aux bains de Bromines, d'une faille ou cassure verticale entre le conglomérat sidérolithique et l'urgonien supérieur. Les eaux de pluie pénètrent par les fissures et les accidents tectoniques, par les niveaux imperméables des marno-calcaires hauteriviens et sont ensuite ramenées à la surface par des cassures ou des failles.

La température de l'eau est de 16°, sa profondeur n'est donc pas considérable et peut être évaluée, au minimum à 310 mètres. C'est à peu près cette profondeur qu'il faut attribuer à l'ensemble des couches



Urgonien supérieur, Rhodanien, Urgonien inférieur et Hauterivien. De cette dernière formation, l'eau remonte pour gagner l'émergence déterminée par la cassure.

Une autre source sulfureuse froide jaillit à 20 mètres au S.-O. d'une faille verticale qui est probablement la continuation de la première. Elle est plus minéralisée que la première, mais plus froide et plus variable de débit, elle provient du sidérolithique, brèche ferrugineuse à cailloux blancs.

Recherches personnelles.

Captage : a été fait à une profondeur de 7 mètres pour éviter le mélange des eaux superficielles.

Débit : environ 80 litres à la minute, soit 115.200 litres par jour.

Odeur : très prononcée d'H²S.

Saveur : fade et d'œufs pourris, mais l'eau n'est pas trop désagréable à boire.

Limpidité : parfaite.

Température de l'air : 26°5.

Température de l'eau : 15°4.

Dépôt au griffon : précipité blanchâtre de sulfures.

Degré sulfhydrométrique total	4,5
— — — moins H ² S.	3,2
— — — H ² S et sulf.	1,8
Degré hydrotimétrique total	21°
— — — moins la chaux	11°
— — — permanent ...	6°5
— — — moins la chaux	6°
Chlorures	0,1
Nitrites	0
Nitrates	0
Sulfates	0

Azote ammoniacal	0
— albuminoïde	0,03
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,9
Chaux	57
Magnésie	2,1
Alcalinité	30
Fer	0
H ² S	1,3
Sulfures	1,6
Hyposulfites	1,8

Conclusions. — La riche minéralisation et la saveur de cette eau devraient lui assurer une exploitation moderne. La faible distance d'Annecy à Bromines appelle cette station à un avenir plus brillant.

SAINT-ANDRE-VAL DE FIER

C'est exactement au Val de Fier, de la commune de Saint-André, à l'altitude de 296 mètres et à 7 kilomètres de Rumilly, que se trouvait une source d'eau minérale.

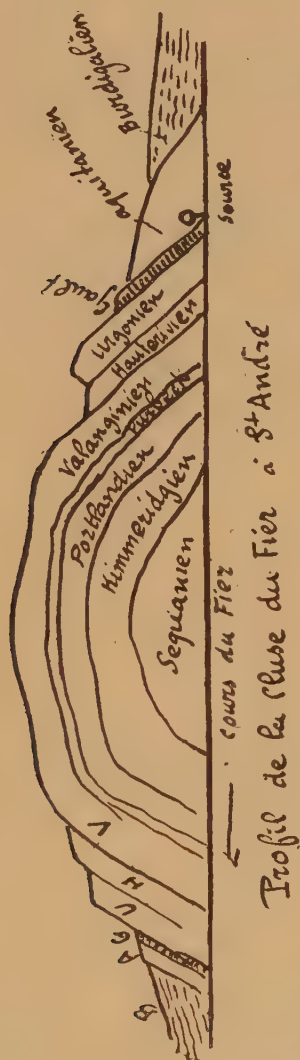
L'eau, légèrement sulfureuse et ferrugineuse, surgit à l'entrée du si abrupt défilé du Val de Fier. Près du pont de Saint-André, un sentier à pente rapide descend le long de la rive droite du torrent, jusqu'aux alluvions de ce torrent.

Son émergence se trouve sur la ligne de contact des formations secondaires et tertiaires, c'est-à-dire entre le Gault et la molasse aquitanienne. L'eau est minéralisée par suite de son parcours dans les Strates du Gault en concordance avec l'Urgonien et aussi en raison de la décomposition des molasses aquitaniennes, qui contiennent une assez grande proportion des débris clastiques silicatés.

Nous avons fait l'étude géologique de ce terrain, comme si nous pouvions toujours contrôler la présence de cette source, mais depuis l'établissement de l'important barrage du Val de Fier, qui a surélevé le niveau du Fier de vingt mètres, en formant un lac, le griffon de la source se trouve sous les eaux du torrent.

Il est regrettable que cette source ait ainsi disparu; signalée depuis très longtemps, située dans un ca-

dre impressionnant, d'un accès facile, elle aurait pu attirer de nombreux touristes ou malades dans la région.



THUSY-PLANCHAMP

Sur le territoire de la commune de *Thusy*, entre les hameaux de *Combette* et *Planchamp*, au bord d'un torrent, dans une forêt, surgit une source sulfureuse et ferrugineuse.

Les eaux se sont frayées passage en déblayant, lessivant, les dépôts morainiques de la dernière période glaciaire (Néo-Wurmien) qui recouvrent par placages toute la région. Ces formations quaternaires laissent aussi apparaître, en boutonnière, les couches de la molasse marine Tindigalienne.

Source de Planchamp



Cette source n'est pas exploitée.

Captage : n'existe pas.

Débit : peu abondant, beaucoup d'eau se perdant aux environs, on peut estimer approximativement à 10 litres par minute, soit 14.400 litres par jour, l'eau que l'on pourrait recueillir de cette source.

Odeur : très légère d'H²S.

Saveur : légèrement fade.

Limpidité : très limpide.

Dépôts : précipités légèrement blanchâtres et cailloux rougis sur le parcours de l'eau.

Température de l'air : 25°6.

Température de l'eau : 11°6,

Degré sulfhydrométrique total	0,08
— — — moins H ² S.	0,065
— — — moins H ² S	
et sulfures	0,05
Degré hydrotimétrique total	20°
— — — moins la chaux	18°5
— — — permanent ...	6°
— — — moins la chaux	5°5
Chlorures	52
Nitrites	0
Nitrates	0
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0,06
— albuminoïde	0,06
Matières organiques en solution alcali-	
ne en 0 par litre	0,2
Chaux	8,55
Magnésie	2,1
Fer	traces
Alcalinité	30

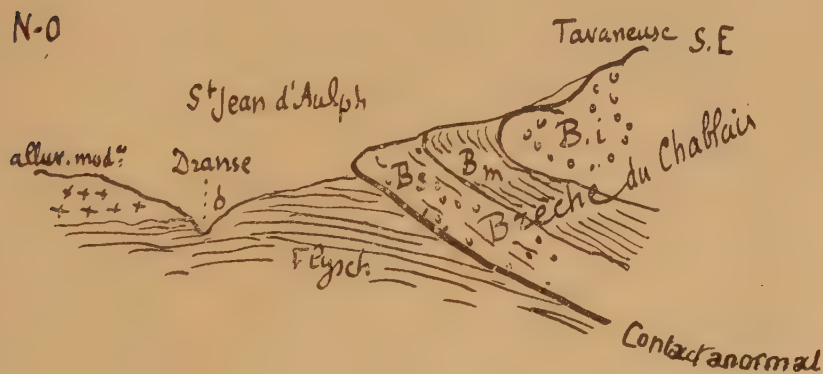
Conclusion. — Eau qui serait pure sans la présence de chlorures en quantité trop notable. Cette eau est néanmoins potable.

NAPPE DES PREALPES BORDIERES OU MEDIANES

SAINT-JEAN-D'AULPH

Cette commune qui se trouve à 807 mètres d'altitude est distante de 25 kilomètres de Thonon.

Les renseignements que nous avons pris nous permettent de supposer que cette eau n'a jamais été analysée.



Etude géologique. — L'eau minérale sulfureuse de Saint-Jean d'Aulph surgit sur la berge même de la rivière La Dranse, sortant de la paroi rocheuse constituée par les schistes du Flysch.

En raison de sa forte sulfuration, son origine doit être recherchée vers le S.-E., ou à quelques centaines

de mètres par la ligne de contact anormale de la Brèche. Les trois niveaux de cette nappe, brèche supérieure, moyenne, inférieure, cette dernière formant la pointe de Tavaneuse, reposent en effet sur le flysch tertiaire.

Recherches personnelles.

Captage : Cette eau n'est pas captée, nous devons même signaler la grande quantité d'eau qui se perd par la faille de la roche dans le sens longitudinale.

Débit : malgré les pertes non calculables, on peut l'évaluer à 40 litres par minute, soit 56.000 litres par jour.

Odeur : très prononcée d'H²S, qui est ressentie à plus de 50 mètres.

Saveur : très fade, d'œufs pourris, désagréable.

Limpidité : très limpide.

Température de l'air : 20°.

Température de l'eau : 11°.

Degré sulfhydrométrique total	52,9
— — — moins H ² S.	31,9
— — — H ² S et sulf.	11,2
Degré hydrotimétrique total	1°
Nitrites	traces
Nitrates	traces
Sulfates	louche abondant
Alcalinité	400
Chaux	0
Magnésie	0
Fer	traces
H ² S	19

Sulfures	20,1
Hyposulfites	11,2

Nous devons signaler le degré hydrotimétrique total qui est de 1° et dire combien nous avons été gêné par l'abondance d'H²S, sulfures, sulfites, ce qui ne nous a pas permis de donner des dosages très précis pour les chlorures, azote ammoniacal, azote albuminoïde, matières organiques en solution acide.

Conclusion. — Cette eau sulfureuse est tellement minéralisée que son emploi interne paraît impossible, mais les bains seront par contre recherchés et d'une grande efficacité. Saint-Jean d'Aulph est très attrayant et très recherché des touristes amateurs de montagne.

ABONDANCE

Chef-lieu de canton, distant de 32 kilomètres de Thonon. Cette localité située dans une vallée charmante est très fréquentée l'été.

Elle possède une source alcaline qui est appréciée depuis très longtemps, mais qui n'est pas exploitée, c'est l'eau courante de l'Hôtel des Alpes.

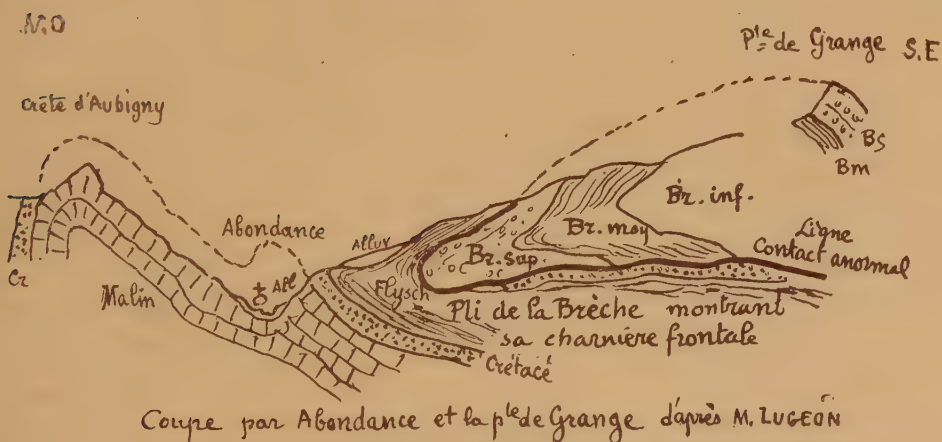
La source se trouve captée à 100 mètres de l'hôtel, où elle coule par une fontaine, son émergence est au flanc d'une prairie à pente rapide.

Nous avons pu prendre copie de l'analyse suivante, faite par l'Ecole des Mines de Paris, le 9 avril 1892, les travaux ont porté sur les deux sources distinctes, mais groupées à l'heure actuelle.

	Source N° 1	Source N° 2
Résidu fixe par litre	0,2900	0,2340
Acide carbonique des carbonates	0,1948	0,2158
Acide chlorhydrique	0,0054	traces
— sulfurique	0,0535	traces
Silice	0,0040	0,0020
Protoxyde de fer	—	—
Chaux	0,1320	0,1049
Magnésie	0,0210	0,0229
Soude	0,0046	—
Matières organiques	t. faib.	t. faib.
	0,4153	0,3456

Silice	0,0040	0,0020
Bicarbonate de chaux	0,2432	0,2700
— de magnésie	0,0670	0,0736
Sulfate de chaux	0,0910	traces
Chlorure de sodium	0,0087	traces
	0,4139	0,3456

Etude géologique. — La source minérale d'Abondance surgit parmi des alluvions modernes. Son gisement géologique semble toutefois se trouver dans les diaclases du calcaire du Malm, qui forment la muraille de la vallée au N.-O. Des venues d'eau considérables proviennent également de tout le complexe Crétacé Flysch, sur lequel vient reposer en contact anormal la charnière frontale d'un pli de la Brèche du Chablais. Les accidents tectoniques de cette région ont favorisé la circulation souterraine des eaux qui empruntent aux divers éléments des roches les principes de leur minéralisation.



Recherches personnelles.

Captage : sommaire, en ciments et canaux conduisant l'eau à l'hôtel.

Débit : environ 50 litres à la minute, soit 72.000 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : agréable, fraîche.

Température de l'eau : 10°9.

Limpidité : parfaite.

Degré hydrotimétrique total	31°
— — — moins la chaux	10°
— — — permanent ...	10°
— — — moins la chaux	10°
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates	1
Sulfate	louche abondant
Azote ammoniacal	0,04
— albuminoïde	0,05
Matières organiques en solution alcali- ne en 0 par litre	0,4
Chaux	120
Magnésie	0
Fer	0
Alcalinité	175

Conclusion. — Eau pure, très légère, qui mériterait d'être exploitée et employée en thérapeutique.

CHATEL

Commune du canton d'Abondance, altitude de 1177 mètres, distante de 39 kilomètres de Thonon.

Dans la haute partie de la vallée d'Abondance, plusieurs sources jaillissent, parmi celles-ci, la source sulfureuse froide du lieu dit « La Ravine », hameau de l'Essert, qui est connue depuis très longtemps. Elle est actuellement captée. Son gisement géologique doit être recherché dans les schistes inférieurs de la Brèche du Chablais, qui constituent les épaulements de chaque côté de la vallée de la Haute-Dranse. L'eau filtre en outre au travers des alluvions modernes, qui composent encore le lit majeur actuel du torrent.



La source de Châtel

Cette eau a une odeur très prononcée d'H²S.

Châtel possède encore :

Une source alcaline ferrugineuse froide située au lieu dit aux Avenières, hameau de l'Essert, son goût est agréable.

Enfin une source alcaline ferrugineuse froide jaillit « aux Plagnons », hameau du chef-lieu.

D'après les renseignements que nous avons obtenus, ces eaux auraient été analysées, mais nous n'avons pas pu prendre connaissance des analyses.

Les difficultés que nous avons rencontrées pour obtenir les brefs renseignements que nous donnons nous empêchent de donner d'autres détails sur ces sources qui n'ont qu'une valeur relative étant situées loin de toutes communications.

ZONE SUBALPINE

SIXT

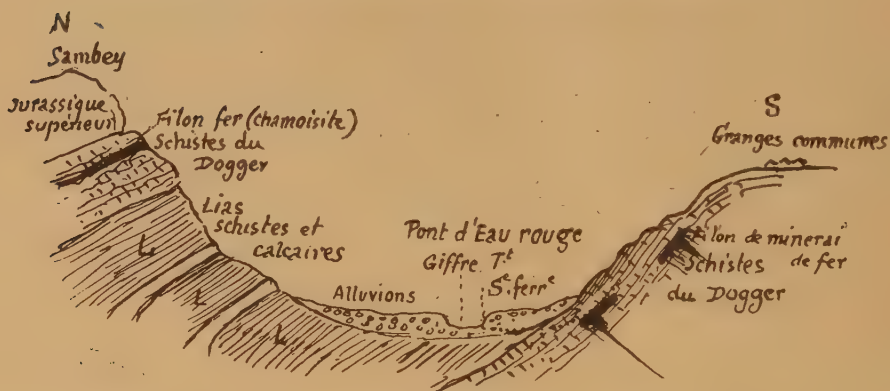
Commune du canton de Samoëns, à l'extrémité de la Vallée du Giffre, altitude de 890 mètres.

A 5 kilomètres du chef-lieu de Sixt, à 200 mètres en amont du Chalet, dans la région superbe du Fer-à-Cheval, visitée chaque année par des milliers de touristes, se trouve au bord du torrent fougueux qu'est le Giffre, une source facilement reconnaissable à la teinte rouge que revêtent les cailloux sur le trajet de son écoulement.

Cette source ferrugineuse fournit deux émergences situées à quelques mètres l'une de l'autre, toutes les deux sur la rive gauche du Torrent. L'eau, d'une température de 13°, d'un débit constant assez fort, apparaît sortant au-dessous du manteau d'alluvions qui recouvre tout le lit majeur du torrent, alluvions anciennes et modernes.

Son gisement géologique est vraisemblablement les marno-calcaires et les schistes du Jurassique inférieur (Dogger) dont les bancs contiennent quelques filons de minerais de fer oolithique aluminaté (chamoisite) dont on a tenté l'exploitation au commencement du

XIX^e siècle (Albanis de Beaumont), à Boray, à une assez grande hauteur dans les escarpements de la paroi N. du cirque. Le même minéral se trouve aussi un peu plus haut aux chalets de la Vogealle. Enfin, des bancs identiques réapparaissent sur la rive gauche du Torrent en se redressant sous les Granges communes. L'eau ferrugineuse circule en se minéralisant dans les parties perméables de ces bancs et vient au jour en profitant des diaclases et des fissures des schistes noirs du Lias qui lui sont subordonnés.



Coupe du Cirque de Sixt par le Pont d'Eau Rouge

Cette eau dont l'accès n'est guère praticable n'a jamais été analysée et seuls quelques touristes viennent en boire sur place.

Recherches personnelles.

Captage : aucun captage.

Débit : environ 10 litres par minute, soit 14.400 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : légèrement métallique.

Limpidité : parfaite.

Température de l'air: 15°.

Température : 13°.

Dépôt au griffon : aucun dépôt mais coloration rougeâtre des cailloux sur son lit.

Degré hydrotimétrique total	113°
— — — moins la chaux .	42°5
— — — permanent	105°
— — — moins la chaux .	20°
Chlorures	2
Nitrites	0
Nitrates	0,02
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0,03
Azote albuminoïde	0,03
Matières organiques solution alcaline ..	0,6
Chaux	401
Magnésie	357
Fer	présence
Alcalinité	100

Conclusion. — Eau fortement ferrugineuse, calcaïque, magnésienne. L'analyse chimique confirme les propriétés laxatives signalées par les habitants. Elle est donc à signaler et à étudier complètement.

SAMOENS

Coquet chef-lieu de canton de la vallée du Giffre; altitude de 650 mètres; distant de 28 kilomètres de Bonneville.

Cette commune possède plusieurs sources d'eaux minérales; nous étudierons les plus importantes comme débit et celles qui sont capables d'être utilisées en thérapeutique.

Nous allons donc étudier :

La Source sulfureuse de la Golèze ;

La Source ferrugineuse de Mathonex;

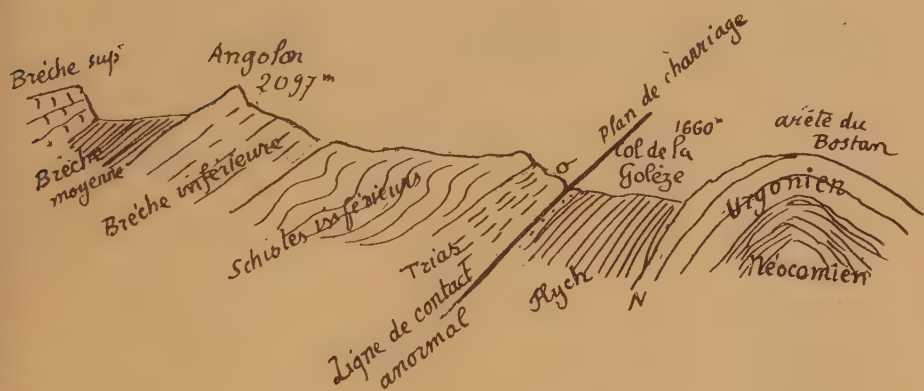
La Source sulfureuse de La Suandaz.

SOURCE DE LA GOLÈZE.

Elle surgit près du chalet de *Valette*, au col de *La Golèze*, des couches de cargneules du Trias qui reposent par contact anormal (plan de chevauchement de la nappe de la Brèche du Chablais) sur le Flysch; celui-ci s'appuie, d'autre part, sur le pli urgonien du Bostan. L'eau est fortement sulfureuse.

Dans la prolongation vers le Sud de ce niveau triasique surgit encore une autre source sulfureuse entre les deux torrents qui descendent de la pointe d'Angolon, près du pont du sentier sous les Granges de Chavonne.

La minéralisation de ces eaux est due à leur parcours dans les cargneules triasiques, qui, dans la règle, sont gypseuses et magnésiennes.



*Le col de la Golèze et la nappe de la Breche
du Chablais d'après LUGEON*

Cette eau minérale aurait été analysée en 1838 par HENRI, mais il ne nous pas été possible de retrouver ce travail, l'indication bibliographique relevée dans FAVRE étant incomplète.

Recherches personnelles :

Captage : ancien et mal compris.

Débit : environ 25 litres à la minute, soit 36.000 litres par jour.

Odeur : très prononcée d'H²S.

Saveur : fade.

Température de l'air : 19°.

Température : 12°.

Limpidité : très limpide.

Degré sulfhydrométrique total	2,1
— — — moins H ² S ...	1,18
— — — moins H ² S et sulfures	0,86
Degré hygrotimétrique total	56°
— — — moins la chaux .	24°
— — — permanent	54°
— — — moins la chaux .	24°
Chlorures	2,5
Nitrites	0
Nitrates	traces
Sulfates	présence abondante
Chaux	182
Magnésie	126
Fer	0
Alcalinité	350°
H ² S	0,102
Sulfures	1,92
Hyposulfites	0,86

Conclusion. — Les eaux sulfureuses de la Golèze, richement minéralisées sont malheureusement à 1.800 mètres d'altitude ; leur exploitation sera donc difficile.

LA SUANDAZ

Cette source est située au milieu des pâturages, à environ 1.350 mètres d'altitude, sur le versant de Samoëns.

• La constitution géologique est la même que celle de

la Source « La Golèze » ; les eaux sont d'ailleurs identiques et les auteurs les classent dans le groupe des eaux sulfhydratées, alcalines (froides).

Nous n'avons pas retrouvé d'analyse, pourtant tout laisse à prévoir que, comme pour La Golèze, elle a été faite.

Les recherches que nous avons faites nous ont donné les résultats suivants :

Captage : n'est pas captée.

Débit : environ 10 litres à la minute, soit 14.400 litres par jour.

Odeur : propre à l'H²S.

Saveur : fade.

Limpidité : parfaite.

Dépôt : précipités blanchâtres et noirâtres.

Degré sulfhydrométrique total	1,2
— — — moins H ² S	0,75
— — — moins H ² S et sulfures	0,6
Degré hydrotimétrique total	144°
— — — moins la chaux	68°
— — — permanent	96°
— — — moins la chaux	48°
Chlorures	2,5
Nitrites	0
Nitrates	traces
Azote ammoniacal	0,4
Azote albuminoïde	0,4
Matières organiques en solution	
alcaline O	0,5
Sulfates	présence abondante
Chaux	433

Magnésie	193
Fer	0
Alcalinité	320
H ² S	0,27
Sulfures	0,15
Hyposulfites	0,6

Conclusion. — Moins riche comme minéralisation que la Source de La Golèze, cette source dont la potabilité est acceptable est néanmoins exploitable.

SOURCE DE MATHONEX

A une demi-lieue du Nant impétueux de Valentine, en le remontant, on a trouvé une source d'eau ferrugineuse, légèrement acidulée, dont les habitants se servent contre les obstructions. Elle tire son nom du hameau voisin, Mathonex.

Cette source paraît être connue depuis très longtemps, puisque nous trouvons l'appel suivant :

« Cluses, ce 1^{er} Messidor, l'an II^e de la République, une et démocratique. Aux citoyens, maire, agent national et officiers municipaux de la commune de Samoens. Dufresne, agent national près le district de Cluses. Citoyens frères...

« „,Connaissant le patriotisme et l'amour du bien public dont sont animés la Municipalité et la plupart des habitants de la commune de Samoens, je ne doute point qu'ils ne s'empressent de concourir de tous leurs moyens à seconder l'exécution du projet que me dicte

l'amour de leur pays et de l'humanité souffrante. Salut, fraternité. »

Cet appel demande aux habitants : 1° d'enlever les grosses pierres du torrent Valentine qui font refluer les eaux ; 2° de tâcher de couper la source et de la recevoir dans un bassin ; 3° de rendre praticable les sentiers conduisant à la source.

ALBAINS DE BEAUMONT en a fait l'analyse le 1^{er} fructidor, an X^e, nous la signalons dans toute son originalité :

« 1° L'acide carbonique n'existe dans ces eaux qu'en
« très petite quantité, vu qu'il ne s'est que très faible-
« ment manifesté par l'effet de l'eau de chaux.

« 2° Il paraît que ces eaux contiennent très peu de
« fer, vu que la teinture de noix de Galle, mêlée avec
« la dite eau, ne s'est que très faiblement colorée et
« que la prussiate de potasse n'en indique que très
« peu.

« 3° L'acide saccharin ou oxalique a démontré la
« preuve d'une terre calcaire.

« 4° Le nitrate de mercure uni à l'eau de Mathon-
« nex a occasionné un précipité jaunâtre, ce qui
« prouve l'existence d'un acide sulfurique.

« 5° Le carbonate de potasse y a occasionné un
« précipité blanchâtre ; l'acide muriatique y a pro-
« duit le même effet, ce précipité avec l'entière éva-
« poration, se trouve être une terre barytique ou pe-
« sante, ne faisant point effervescence avec les aci-
« des.

« 6° Une partie de ce précipité est cependant cal-
« caire, mais en très petite quantité.

« 7° Le muriate de baryte dissout dans l'eau distillée et mêlé avec de l'eau de Mathonnex, annonce « par son mélange la présence de l'existence d'acide « sulfurique.

« 8° Comme le nitrate d'argent n'a produit aucun « effet par son mélange avec le fluide, il est à présumer que l'acide muriatique ne s'y trouve pas. »

A part cette analyse très ancienne et imparfaite, nous n'avons pu trouver d'autres documents analytiques.

Recherches personnelles.

Captage : sommaire.

Débit : environ 15 litres par minuté, soit 21.600 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : métallique, légèrement acidulée.

Limpidité : parfaite.

Température de l'air : 20°.

Température de l'eau : 11°.

Degré hydrotimétrique total	132°
— — moins la chaux	64°
— — permanent	88°
— — moins la chaux	28°
Chlorures	7,5
Nitrites	0
Nitrates	présence
Sulfates	présence tr. abond.
Azote ammoniacal	0,05
Azote albuminoïde	0,05

Matières organiques sol. alcaline en O par litre	0,5
Chaux	387,6
Magnésie	252
Fer	présence
Alcalinité	350

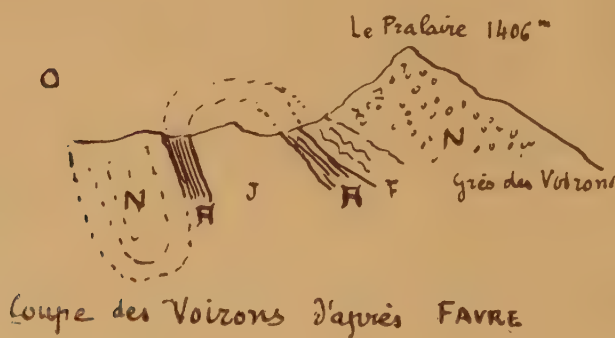
Conclusion. — Eau ferrugineuse, calcique, magnésienne, potable et devant être très laxative. L'exploitation de cette eau doit être une ressource importante pour la région.

LES VOIRONS

Sur le territoire de la commune de Saxel, sur la montagne Les Voirons, à 1.450 mètres d'altitude, d'où l'on jouit d'un panorama merveilleux, se trouvent deux sources d'eaux minérales.

Ces sources, situées à environ 70 mètres de l'Hôtel de l'Hermitage, émergent à quelques mètres l'une de l'autre.

L'eau surgit du grand escarpement supérieur des Voirons. Ce pli montagneux est formé à la base de grès marneux du Flysch à Fucoïdes, reposant sur les couches hauteriviennes du Crétacé inférieur. Ce flysch est surmonté d'une puissante formation appelée Macigno ou molasse ou grès des Voirons, plongeant à l'Est et formé de poudingues polygéniques contenant des cailloux cristallins roulés d'origine alpine.



Ces sources sont peu connues; toutefois, en 1862,

elles avaient été analysées par M. BRUN, pharmacien à Genève, qui nous signale :

Bicarbonate de magnésie	0,008
Acide carbonique tenant en dissolution le	
carbonate de chaux	0,040
Carbonate de chaux	0,091
Eau pure (azote et oxygène)	999,859
Matières organiques	0,002
	1.000,000

BRUN ajoute : « Cette eau, grâce à l'excès d'acide carbonique qui tient la chaux et la magnésie en dissolution, doit être classée parmi les eaux les plus légères et les plus salubres. »

Recherches personnelles.

Captage : Ces deux sources qui jaillissent à 5 mètres l'une de l'autre sont actuellement captées dans deux réservoirs cimentés, bouchés hermétiquement.

Débit : Celui de la source alcaline est de 35 litres par minute, soit 50.400 litres, et celui de la source ferrugineuse d'environ 16 litres par minute, soit 23.040 litres par jour.

Limpidité : les deux sources ont une limpidité parfaite.

Odeur : aucune.

Saveur : la source alcaline procure une agréable sensation de fraîcheur et a cette caractéristique la source ferrugineuse ajoute une légère saveur métallique.

Température de l'air : 21°

Température de l'eau alcaline : 10°.

Température de l'eau ferrugineuse : 10°9.

	Source alcaline	Source ferrugineuse
Degré hydrotimétrique total.....	9°	7°
— — — moins la chaux.	1°	1°1
— — — permanent	6°	5°
— — — moins la chaux.	1°	1°
Chlorures	2,5	2,5
Nitrites	0	0
Nitrates	0	0
Azote ammoniacal	0	0
Azote albuminoïde	0	0
Matières organiques sol. alcaline en O par litre	0	0
Chaux	45,6	34,2
Magnésie	21	16,8
Fer	traces très légères	présence
Alcalinité	175	175

L'analyse bactériologique que nous avons effectuée nous a donné les renseignements suivants :

Ensemencements pratiqués le jour même du prélèvement dans des tubes scellés stérilisés à 160°.

Incubation : 27 jours.

Numération : 60 germes par cc.; reconnus *Mucor Mucédo*.

Recherche du bacille *Coli* : résultat négatif.

Recherche du bacille d'Eberth : résultat négatif.

« *Eau bactériologiquement très pure.* »

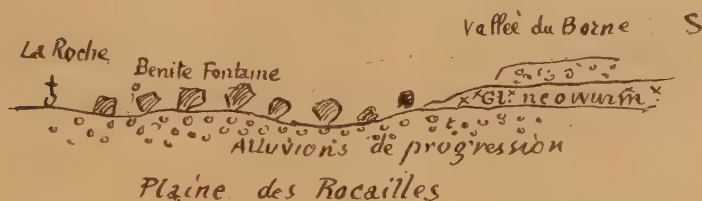
Conclusion. — Ces eaux sont d'une pureté remarquable, et recherchées pour leur légèreté.

LA ROCHE-SUR-FORON-LA BENITE-FONTAINE

Chef-lieu de canton, servant d'axe à trois vallées, altitude de 548 mètres, possède une source alcaline connue depuis de longues années et réputée contre les ophtalmies.

La source de la « Béniite Fontaine » est située en un point de la « plaine des Rocailles », curieuse moraine locale de matériaux *calcaires* résultant d'ébou-

N



lements formidables dans la cluse du Borne, dont les blocs charriés au cours de la récurrence Néo-Wurmienne ont été abandonnés par le glacier depuis La Roche jusqu'à Reignier. Les couches sous-jacentes sont formées d'alluvions de progression dues aux régimes successifs interglaciaires qui ont formé des couches de matériaux meubles, collecteurs d'eau, semées de lits d'argile imperméable. Comme la plupart des émergences dans la zone externe molassique, les eaux sont alcalines.

Nous n'avons trouvé aucune trace des analyses qui ont pu être faites de cette source, qui est devenue, comme l'indique son nom, un lieu de pèlerinage.

Captage : très sommaire.

Débit : insignifiant, 1 litre à la minute, soit 1.440 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : agréable.

Limpidité : parfaite.

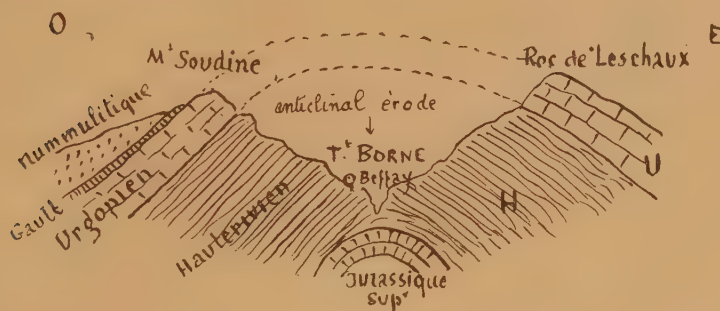
Degré hydrotimétrique total	14°
— — — — — moins la chaux	5°
— — — — — permanent ...	5°
— — — — — moins la chaux	1°5
Chlorures	3°5
Nitrites	0
Nitrates	0
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0
— albuminoïde	0
Matières organiq. en solution alcaline	0,2
Chaux	51,3
Magnésie	14,70
Alcalinité	170
Fer	0

Conclusion. — Bonne eau potable, très légère.

PETIT-BORNAND

Commune située dans la grandiose et sauvage gorge du Borne, à 12 kilomètres de Bonneville et à une altitude de 727 mètres. Cette vallée est un des spectacles les plus impressionnants et les plus recherchés des touristes.

La source sulfureuse apparaît au-dessous du hameau de *Beffay*, sur la rive gauche du Borne, à 2 kilomètres en aval du Petit-Bornand. Elle sort des marno-calcaires du terrain Hauterivien, évidés en combe profonde par l'érosion.



Coupe de la vallée du Borne

Petit - Bornand

Le principal gisement géologique de cette source est toutefois plus loin. Il faut le rechercher dans les calcaires jaunes marno-pyriteux dont les bancs forment la base des falaises (têtes de Sur Cou et de Soudine) de part et d'autre de la combe, reposant en

concordance sur l'Hauterivien. Les filets liquides circulent en effet dans des fissures de la roche, remplis de lits marneux qui sont chargés de nodules de fer sulfuré, dont la décomposition cause la minéralisation de l'eau.

Cette source aurait été analysée quelques années avant la guerre, mais les personnes s'occupant de son exploitation, possible à ce moment-là, ayant disparu, nous n'avons pas pu retrouver ce travail.

Nos recherches personnelles nous permettent de donner les résultats suivants :

Captage : cette source n'est pas captée, ce qui est regrettable pour son débit.

Débit : actuellement peu abondant, environ 15 litres par minute, soit 21.640 litres par jour.

Odeur : d'hydrogène sulfuré.

Saveur : fade.

Température de l'eau : 13°5.

Température de l'air : 23°.

Limpidité : limpide.

Degré sulfhydrométrique total		0,45
-------------------------------	-------	------

—	—	moins H ² S.	0,25
---	---	-------------------------	------

—	—	H ² S et sulf.	0,15
---	---	---------------------------	------

Degré hydrotimétrique total		15°
-----------------------------	-------	-----

—	—	moins la chaux	6°5
---	---	----------------	-----

—	—	permanent ...	3°5
---	---	---------------	-----

—	—	moins la chaux	1°
---	---	----------------	----

en mmgr. p. lit.

Chlorures		5
-----------	-------	---

Nitrites		0
----------	-------	---

Nitrates		traces
----------	-------	--------

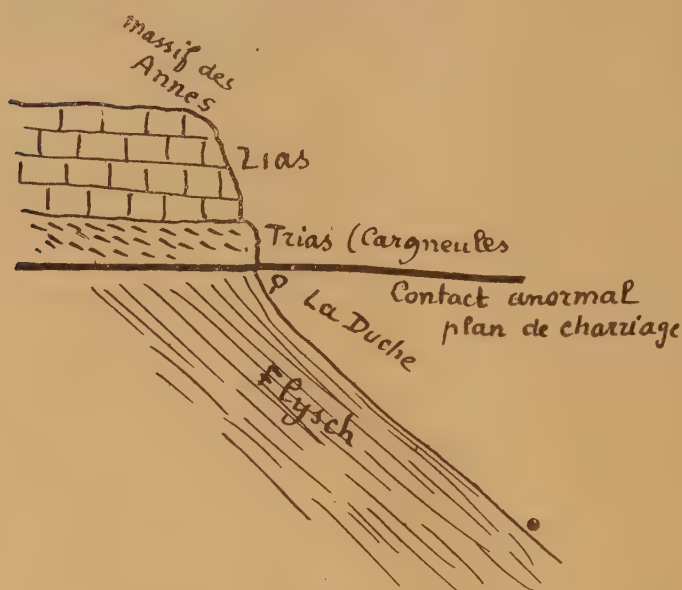
Azote ammoniacal	0,11
— albuminoïde	0,12
Matières organ. en solution alcaline....	4,1
Sulfates	0
Chaux	14,2
Magnésie	4,2
Alcalinité	200
Fer	0

Conclusion. — Très bonne eau minérale, qui gagnera à être bien captée.

GRAND-BORNAND

A l'altitude de 934 mètres, cette commune du canton de Thônes possède deux sources d'eaux minérales qui émergent à une hauteur de 1.600 mètres.

La situation des sources dans la vallée de la Duche,



GRAND BORNAND. — La Duche.

2 sources : 1 sulfureuse, 1 ferrugineuse.

résulte en partie des importants mouvements tectoniques qui ont affecté la région. Celle-ci est, en effet, particulièrement remarquable par la présence d'une *nappe de recouvrement* formée de terrains plus anciens, posée sur des plaines plus récentes. Cette nap-

pe exotique dont il ne reste comme témoins respectés par l'érosion que les deux massifs de Sulens et des Annes, est composée de Trias et de Lias charriés sur le Tertiaire (Flysch du synclinal Serraval-Reposoir). La ligne de contact anormal ou plan de charriage, est, comme il est de règle, une voie facile offerte à la circulation et à l'émergence des eaux qui, d'autre part, se minéralisent dans leur passage au travers des fissures des cargneules triasiques et des calcaires biasiques, dont les bancs sont piqués de nodules de fer sulfuré.

Deux sources jaillissent à une centaine de mètres l'une de l'autre. Elles n'ont jamais été exploitées et leur analyse n'a pas été faite.

La source sulfureuse a un débit d'environ 10 litres à la minute, soit 14.400 litres par jour.

Limpidité : assez limpide.

Odeur : très prononcée d'H²S.

Saveur : fade et caractéristique.

Dépôts : assez abondant de sulfures blanchâtres et floconneux.

Température de l'eau : 13°.

Température de l'air : 22°.

Degré sulfhydrométrique total		24,3	
—	—	moins H ² S.	17,8
—	—	H ² S et sulf.	15,6
Degré hydrotimétrique total		14°5	
—	—	moins la chaux	6°5
—	—	permanent ...	3°5
—	—	moins la chaux	1°

Chlorures	10
Nitrites	0
Nitrates	traces
Azote ammoniacal	0,3
— albuminoïde	0,25
Matières organ. en solution alcaline..	0,5
Sulfates	louche abondant
Chaux	15,6
Magnésie	10,50
Alcalinité	200
Fer	0
H ² S	6,5
Sulfures	2,2
Hyposulfites	15,6

Conclusions. — Les eaux minérales de la Duché du Grand-Bornand ne peuvent être utilisées malgré leur degré de minéralisation, par suite de l'altitude à laquelle elles émergent. Elles sont potables, malgré l'excès de chlorures.

MENTHON-SAINT-BERNARD

Site enchanteur, avec un château médiéval authentique, au bord du charmant lac d'Annecy, à 8 kilomètres du chef-lieu de département de la Haute-Savoie, au pied de La Tournette et des dents de Lanfon. Le cadre de Menthon, dominé par le Roc de Chère et le château de Saint-Bernard est très goûté des étrangers qui en ont fait une des plus fréquentées stations de la Haute-Savoie.

Les eaux alcalines sulfureuses de Menthon ont été utilisées par les Romains qui, aux I^{er}, II^e et III^e siècles après J.-C. avaient établi des travaux de captage et édifié des thermes d'une certaine importance.

La citerne antique existe encore, elle est disposée en forme de polygone irrégulier et revêtue de parois en marbre de couleur foncée. Le fond est formé de blocs calcaires, grossièrement appareillés, sur une hauteur de 1 mètre 50. La profondeur totale de la citerne est de 4 mètres.

Lors de la découverte de la citerne, on recueillit, dans le limon du fond, une centaine de petits vases votifs en terre cuite, dont quelques-uns contenaient des monnaies. On débaya de même une ouverture qui contenait encore un tuyau en plomb destiné à l'adduction des eaux vers l'établissement.

On a pu reconstituer les thermes antiques de Menthon par l'étude des substructions mises à jour.

D'après le plan ci-joint, C. et I sont des habitations modernes, O jardin clos par des murs romains. Dans la partie Est, et suivant un alignement Nord-Sud, on découvrit des fondations en hémicycle, qui devaient faire partie des piscines circulaires (*frigidaria*). Le corps de bâtiment Sud était divisé en pièces, dont trois, H. R. N., communiquaient entre elles par des portes dont le seuil était formé de grosses pierres. Un réseau de distribution pour les eaux, C', suivant parfois le contour des murs, était constitué par des canaux, d'où l'on a sorti les conduits en terre à section rectangulaire du *Vaporarium*.

Le *frigidarium* détruit en partie, est coupé d'angles obtus, par le retour d'un mur construit à une époque bien postérieure à la destruction des thermes. La coupe relevée suivant la ligne *a-b*, montre la disposition de cette chambre avec son dallage et les gradins circulaires, dont les marches inférieures plongent dans l'eau.

Les pièces P et K' ont montré des conduits de chaleur ou de fumée pratiqués dans l'épaisseur des murs et en relation avec les fourneaux de l'hypocauste; un pont en carrelage I, sur souterrain, recouvrant le *præfurnum*, communiquant avec le fourneau. Enfin, les pièces X. Q. R., avaient l'une de leurs parois disposée en demi-cercle surbaissé; c'étaient probablement des *caldaria*, chauffés par les conduits de chaleur creusés dans l'épaisseur des murs par des chambres P. et K'.

L'emplacement des thermes romains de Menthon est recouvert maintenant par les constructions de

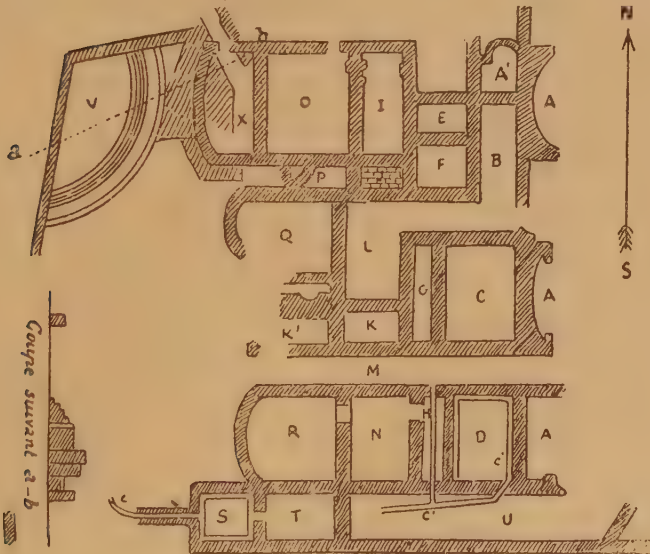
PLAN DE LA CITERNE ANTIQUE

située à 300 mètres à l'Est
des Thermes gallo-romains de Menthon.



PLAN DES THERMES DE MENTHON

d'après un plan dressé par REYON
et des additions de M. VIGLIANO.



Echelle
0 1 2 3 4^m 8^m 12^m

l'établissement actuel des Bains. En ce qui concerne les restes antiques, il ne reste plus de visible, à droite du chemin qui monte au village, que des pans de murailles construits en petit appareil.

CALLOUD, en 1865, donne certaines explications et communique l'analyse plutôt qualitative que nous mentionnons.

« C'est pour répondre à l'invitation de M. Despuës, que je me suis transporté avec un petit bagage d'appareils et de réactifs, auprès de la source minérale de Menthon. Mais arrivé là, j'ai constaté que dans les conditions présentes du captage de la source, il n'était pas possible de procéder à une analyse régulière. En effet, le bassin manquant de couverture imperméable et donnant au contraire largement accès à l'air, d'une part; d'autre part, les conduits de plomb baignés dans le bassin sur lequel est précipité l'élément sulfuré, sont autant de causes d'appauvrissement minéral qui ne permettent pas une expérimentation correcte.

J'ai voulu cependant me rendre compte de la nature de cette eau minérale par quelques réactions et opérations de dosage, sans pourtant accorder à tous une valeur définitive, vu les causes d'erreur signalées ci-dessus.

J'ai trouvé :

Odeur : celle propre à l'hydrogène sulfuré.

Saveur : sulfureuse, acidulée, sensiblement amère.

Densité : celle commune aux eaux potables légères.

Alcalinité : très sensible.

Sulfhydrométrie : 3°.

Température : 14°.

En gaz acide libre :

Gaz sulfhydrique : traces manifestes.

Gaz acide carbonique : beaucoup, le dosage a donné 200 milligrammes, soit 20 centilitres de gaz acide carbonique libre par litre d'eau minérale.

En gaz neutres libres après l'isolement des gaz acides :

Azote, oxygène : très peu, pas de gaz inflammables.

En sels :

Sulfhydrate de soude : soit sulfure de sodium très sensible, l'eau chauffée à 40°, après l'explosion complète des gaz, accuse encore l'acide sulfhydrique combiné.

Bicarbonate de chaux : constitue la majeure partie des sels.

Bicarbonate de magnésie	un peu.
Bicarbonate de soude et potasse	un peu.
Sulfates alcalins et terreux.....	zéro.
Chlorures alcalins et terreux....	traces.
Matières organiques azotées (glairines)	quantité notable.
Ammoniaque	traces sensibles.
Phosphate	} à vérifier.
Iode	
Azotate	
Silice	

CALLOUD ajoute : Vue à la surface du bassin, l'eau

est bleuâtre, effet dû à une séparation du soufre de sa combinaison naturelle, au contact de l'air. On y aperçoit un pétilllement continu de gaz carbonique qui s'en échappe et de grosses bulles intermittentes de gaz azote. Les conduits du trop plein s'obstruent rapidement par un dépôt de glairine et d'algues hydrominérales.

CALLOUD classe Menthon-Saint-Bernard dans les sources minérales sulfureuses, sulfhydriques, sulfhydratées et alcalines. Le faible degré sulfhydrométrique s'explique par son captage évidemment imparfait.

Nous croyons intéressant de signaler que l'eau de la source de Menthon a été l'objet de quelques observations au point de vue biologique par M. Marc LE ROUX dans ses Recherches sur le lac d'Annecy. (V. *Revue Savoisienne*, 1914, p. 20).

« Quelques algues Schrzophycées, vivent dans l'eau sulfureuse de Menthon. Au déversoir de la source, principalement, des taches blanches recouvrent les cailloux et les mousses. Ce sont des algues voisines des Oscillaires : *Beggiatoa alba* Vaucher, qui pullulent dans certaines sources thermales, notamment à Barèges, où on les connaît sous le nom de sulfuraires. »

Ces plantes oxydent l'hydrogène sulfuré de l'eau résultant de la décomposition des pyrites, si abondantes dans les roches que traverse l'eau de Menthon et précipitent le soufre qui se dépose en grains dans leur plasma. C'est une respiration aérobie qui

produit, comme déchet, non pas de l'acide carbonique, mais du soufre.

Parmi les *Beggiatoa*, on rencontre d'autres thalles verdâtres composées par le feutrage serré des trichomes d'une oscillaire: *Oscillatoria amphibia*, Agardh, en compagnie de certaines chlorophycées: *Tetraspora gelatinosa*, Vauch; *Protococcus vestitus*, Reussch, ainsi que de nombreuses Diatomées: *Navicula vulgaris*, Thivait.

Enfin, en abondance, un infusoire: *Chilodon cucullatus* O F M, et un petit mollusque assez nombreux en individus: *Limnæa parvula*, Locard. Il est intéressant de noter que l'action de l'eau sulfureuse a été nulle sur cette espèce qui s'est parfaitement adaptée.



Constitution géologique. — Cette source jaillit au milieu des dépôts glaciaires reposant sur les grès nummulitiques du Priabonien, qui forme le versant Nord du Roc de Chère. Au contact de ces grès nummulitiques, lui est subordonné le calcaire Sénonien, qui repose lui-même sur l'Urgonien dont l'abrupt plonge à pic dans le lac aux Bains actuels de Men-

thon. La minéralisation de l'eau est vraisemblablement due à la décomposition des pyrites qui abondent dans les niveaux de contact entre les couches tertiaires et le Sénonien.

Recherches personnelles.

Captage : nous devons constater qu'aucuns travaux n'ont dû être exécutés pour améliorer le captage defectueux signalé par CALLOUD. Les réservoirs sont fermés par une plaque de fer joignant imparfaitement. L'aspect blanchâtre au milieu des algues signalées par M. LE ROUX, paraît être visible sous les mêmes aspects qu'en 1865. La description de CALLOUD nous paraît donc être, en tout point, celle que nous ferions de nos jours.

Débit : environ 70 litres à la minute, soit 100.800 litres par jour.

Odeur : très faible d'H²S.

Saveur : très légèrement fade et acidulée.

Limpidité : limpide.

Dépôt : nous l'avons décrit en parlant du captage, et en signalant les travaux biologique de M. LE ROUX.

Température : 13°.

Degré sulfhydrométrique total		0,08
—	— moins H ² S.	0,065
—	— moins H ² S	
et sulfures		0,042

Le degré sulfhydrométrique qui s'est sensiblement abaissé depuis 1865, nous paraît avoir pour cause de son infime minéralisation, le mauvais captage. Les fuites sont nombreuses et les conduits défavora-

bles à la bonne conservation de la minéralisation de cette eau.

Degré hydrotimétrique total	20°
— — — moins la chaux	9°
— — — permanent ...	6°
— — — moins la chaux	1°
en mmgr. p. lit.	
Chlorures	2,2
Nitrites	0
Nitrates	0,2
Sulfates	0
Azote ammoniacal	0,18
— albuminoïde	0,15
Matières organ. en solution alcaline..	0,6
— — — — — acide....	0,3
Chaux	62,5
Magnésie	21
Alcalinité	350
Fer	0
H ² S	0,015
Sulfures	0,023
Hyposulfites	0,042

Conclusion. — Eau faiblement minéralisée, remplissant les conditions de potabilité.

MENTHON-SAINT-BERNARD

Source alcaline

Au-dessus des Bains de Menthon, à 100 mètres au-dessous de la source sulfureuse, coule une abondante source dans le clos de l'Hôtel des Bains.

Au pied du Rôc de Chère, on jouit d'un coup d'œil splendide sur Annecy, son lac et ses rives.

Cette eau a été analysée par notre Confrère NICOLAS; nous donnons les résultats qu'il a trouvés.

Captage : assez bien fait.

Débit : abondant, environ 120 litres à la minute, soit 172.800 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : fraîche et agréable.

Limpidité : parfaite.

Dépôt : aucun.

Température : 11°6.

Analyse de M. NICOLAS

Degré hydrotimétrique total	14°
— — — permanent ...	5°

Matières organiques :	en mmgr. p. lit.
en oxygène : solution acide	0,5
— — — solution alcaline	0,51
en acide oxalique : solution acide....	3,94
— — — solution alcaline.	3,96

Oxygène dissous	7
Acide carbonique libre	12 cm ³
Résidu sec : à 110°	180
— calciné	171
Perte au rouge	9
Carbonate de chaux	105
Sels de chaux en sulfate	5
Sels de magnésie en sulfate	2
Chlorures	traces
Sulfates	0
Nitrate des nitrites	0
Azote albuminoïde	0

Eau très pure, qualité excellente.

L'analyse que nous avons faite de cette eau prélevée dans les meilleures conditions possibles, nous a donné les résultats suivants :

Degré hydrotimétrique total	15°
— — — moins la chaux	6°
— — — permanent	8°
— — — moins la chaux. . .	7°
en mmgr. p. lit.	
Chlorures	3,5
Nitrites	0
Nitrates	1,5
Sulfates	traces
Matières organ. en solution alcaline..	0,4
Azote albuminoïde	0
— ammoniacal	0
Chaux	53,1
Magnésie	4,2

Alcalinité	280
Fer	0

Analyse bactériologique. — Ensemencements pratiqués le jour même du prélèvement, effectué dans des tubes scellés, stérilisés à 180°.

Incubation : 28 jours.

Numération : 50 germes par cc.

Recherche du coli-bacille : néant.

Recherche du bacille d'Eberth : néant.

Eau bactériologiquement très pure.

Conclusions. — Eau vraiment très pure et appréciée pour sa légèreté. Elle pourrait rendre de grands services à l'Etablissement des Bains.

CHAMONIX-MONT-BLANC

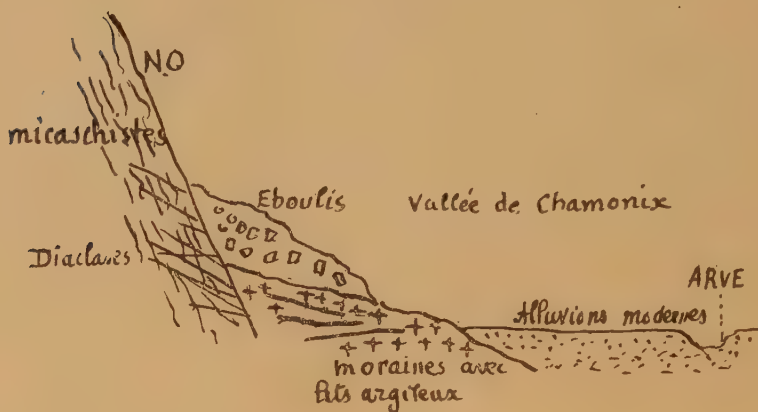
Cette ville connue du monde entier, à 1.000 mètres d'altitude, possède deux sources d'eaux minérales, une sulfureuse et une ferrugineuse.

Ces sources émergent dans une région qui a été marécageuse, à 100 mètres de la patinoire des jeux olympiques, près de la voie électrique de Vallorcines. Ces marécages ont été asséchés par des travaux de drainages dirigés avec intelligence et méthode par le propriétaire des sources, M. ALPHAND, qui est arrivé à séparer la source sulfureuse de la source ferrugineuse qui jaillit à quelques mètres. Le résultat obtenu par ces travaux est vraiment remarquable et tout à l'honneur de M. ALPHAND, qui est en train de ressusciter et de donner l'importance qu'elles méritent, à des eaux appréciées avec juste raison par nos ancêtres, ainsi que le prouveront nos analyses.

Les tranchées creusées montrent un limon blanchâtre, noirâtre, rougeâtre, dépôts de sulfures de fer, d'alumine, etc., dont nous ne devons pas nous étonner puisque, jusqu'à présent, les deux sources étaient mélangées.

La source surgit près des alluvions modernes, constituant le lit majeur de l'Arve, sortant d'un complexe formé d'un cône d'éboulis superposés à des dépôts morainiques, traversés de lits d'argile glaciaire collectrice des eaux. Le gisement géologique de la source en

profondeur se trouve dans les micaschistes granitisés, redressés presque verticalement, dont les diaclases constituent les voies d'émurgence. Des fissures ou diaclases obliques à la direction des bancs concourent à livrer passage à l'eau qui circule ensuite dans les éboulis, en se minéralisant au contact des produits de désagrégation des roches cristallines.



Cette source est connue depuis très longtemps, puisque COLLET nous dit, en 1853 :

« Dès l'année 1823, le *Journal de Savoie* rendait
« compte de l'examen sérieux qu'en avait fait M. de
« GUNBERNAT, conseiller de légation de S. M. le Roi de
« Bavière. Depuis cette époque, cette source fut re-
« connue comme appartenant exclusivement au do-
« maine médical. Des travaux furent exécutés sur le
« périmètre de la source, pour la concentrer et la
« garantir du contact atmosphérique. »

L'analyse qui en a été faite, en 1834, par M. PY-

RAME-MORIN, le savant et consciencieux chimiste de Genève, a donné pour mille grammes d'eau les résultats suivants :

Glairine sèche	0,0329	
Silice	0,0037	
Chlore 0,0068	Chlorure potassium. 0,0047	
	Chlorure sodium... 0,0076	
Acide sulfur... 0,0872	Sulfate de chaux.. 0,0503	
	Sulfate de soude.. 0,1064	
Oxyde fer rouge	0,0040	
Acide hydrosulfurique	libre 2,19 = 0,0034	
— — — — —	... combiné 5,823 = 0,0090	
	8,013	0,0124
Hydrosulfate de chaux équivalent.....	0,0412	
Acide carbonique dégagé, 8 ^{cc} . 1, cal...	10 cc. 79	
Acide carbonique total, 43 cc. 15	0 cc. 084	
par précipitation.		
Bicarbonate de soude équivalent	0,1435	
Azote	19 cc. 5	
Poids total des substances sans l'azote ..	0,3943	
Degré	22° R.	

Débit : 400 litres par minute.

Recherches personnelles :

Captage : très bien exécuté, ferme hermétiquement, se trouve au milieu d'une maison qui pourra, plus tard, servir de buvette à la Source.

Débit : environ 300 litres à la minute, soit 432.000 litres par jour.

Odeur : caractéristique et très prononcée d'H²S, qui se sent à une grande distance.

Saveur : fade.

Limpidité : parfaite.

Degré : 15°3.

M. ALPHAND a bien voulu nous confier deux échantillons d'eau sulfureuse, un échantillon datant de deux ans et un autre d'un an. Nous avons nous-même prélevé le troisième échantillon.

	Echantillon de 2 ans	Echantillon d'un an	Echantillon du jour
Degré sulfhydrométrique total.	7	7,1	7,8
Degré sulfhydrométrique moins			
H ² S	3	3	3,1
Degré sulfhydrométrique moins			
H ² S et sulfures	2,2	2,2	2,5

Nous avons donc pu nous rendre compte que l'eau sulfureuse de Chamonix se conserve parfaitement en bouteille, ce qui est d'une très grande importance.

Nous avons continué notre analyse sur le prélèvement du jour :

Degré hydrotimétrique total	11°
— — — moins la chaux	3°5
— — — permanent	8°5
— — — moins la chaux	2°
Chlorures	5
Nitrites	0
Nitrates	traces
Azote ammoniacal	0,15
Azote albuminoïde	0,15

Matières organiques sol. alcaline...	0,2
Sulfates	louche abondant
Chaux	42,75
Magnésie	23
Fer	0
Alcalinité	100

Analyse bactériologique :

Ensemencements pratiqués le jour même du prélèvement, dans des tubes scellés, stérilisés à 180°.

Incubation : 28 jours.

Numération : 230 germes par cc., reconnus des Saccharomyces ellipsoïdus, Mucor, Aspergillus, Mucor Mucedo.

Recherche du bacille Coli : résultat négatif.

Recherche du bacille d'Eberth : résultat négatif.

« *Eau bactériologiquement considérée comme pure.* »

Conclusion. — L'eau sulfureuse de Chamonix est très riche en H²S, de plus c'est une eau très pure ayant le rare et précieux avantage de conserver intacte sa minéralisation même après plusieurs années de séjour dans des bouteilles. Dans un site splendide, au pied du Mont-Blanc, cette Source est appelée à un très grand avenir.

SOURCE FERRUGINEUSE.

Elle jaillit à quelques mètres de la source sulfureuse et est indiquée par la teinte rougeâtre des cailloux.

Cette eau a le grand avantage de jaillir tout près de la source sulfureuse et d'être ainsi facilement exploitable.

Aucune analyse n'a été faite de cette source.

Recherches personnelles :

Captage : très bien fait et donnant le maximum de garanties.

Débit : environ 30 litres à la minute, soit 43.200 litres par jour.

Limpidité : assez bonne.

Odeur : aucune.

Saveur : métallique.

Degré : 11°8.

Degré hydrotimétrique total	11°
— — — moins la chaux	9°
— — — permanent	6°
— — — moins la chaux	3°
Chlorures	1
Nitrites	0
Nitrates	traces
Sulfates	traces
Azote ammoniacal	0,2
Azote albuminoïde	0,2
Matières organiques en sol. alcaline	0,3
Chaux	11,4
Magnésie	12
Fer	présence
Alcalinité	130

Conclusions. — Bonne eau minérale, paraissant riche en fer,

LES HOUCHES

Dans la magnifique vallée de Saint-Gervais à Chamonix, à 5 kilomètres de Chamonix, se trouve la si réputée station touristique des Houches qui possède une source d'eau ferrugineuse connue depuis très longtemps et signalée par CALLOUD en 1856.



Coupe passant par Les Houches

La Source minérale des Houches prend son origine dans l'amas d'éboulis de roches cristallines ou sédimentaires plus ou moins métamorphosées qui se sont écroulées au pied de la muraille Nord-Ouest, uniquement formée de houiller, du synclinal très resserré de Chamonix. L'eau parfait sa filtration par son passage au travers des alluvions modernes qui reposent sur le manteau de moraines recouvrant directement

le fond du synclinal formé par les assises liasiques également très redressées.

Captage : n'existe pas.

Débit : d'environ 10 litres à la minute, soit 14.400 litres par jour.

Odeur : aucune.

Saveur : légèrement métallique.

Limpidité : parfaite.

Degré hydrotimétrique total	11°
— — moins la chaux.....	8°
— — permanent	8°
— — moins la chaux	4°5
Chlorures	6
Nitrites	0
Nitrates	traces
Sulfates	louche faible
Matières organiques en sol. alcaline ..	0,15
Azote ammoniacal	0,18
Azote albuminoïde	0,8
Chaux	17,1
Magnésie	14,50
Alcalinité	125
Fer	présence

Conclusion. — Très bonne eau, faiblement minéralisée.

SAINT-GERVAIS

Chef-lieu de canton à l'altitude de 856 mètres; distant de 20 kilomètres de Chamonix et de 44 kilomètres de Genève; situé à l'une des extrémités du Mont-Blanc, à l'entrée de la célèbre vallée de Chamonix. Les sources coulent au-dessous du village dans un vallon où roule un torrent, le Bonnant, qui provient de la fonte des glaciers du Mont-Blanc.

Les eaux sont chaudes et c'est bien le cas de leur appliquer la belle strophe du poème sur les Alpes dans laquelle HALLER fait ressortir le contraste de ces eaux brûlantes qui sortent d'une terre couverte de neiges éternelles : « Du centre d'un vallon, ou sur des glaces d'une hauteur immense, le froid aquilon a élevé son trône, une riche source verse ses ondes fumantes sur l'herbe flétrie et brûle tout ce qu'elle touche. Son eau transparente est chargée de métaux liquides ; un fer salulaire dore sa route, le sein de la terre l'échauffe, et ses veines bouillonnent par le combat intérieur des minéraux. Vainement les vents et les neiges se coalisent contre ses flots : leur essence c'est le feu ; ses ondes sont des flammes. »

L'exploitation des Bains de Saint-Gervais ne remonte qu'au commencement du siècle dernier, ce fait qui semble extraordinaire s'explique facilement si l'on songe que l'accès du torrent était presque impossible et que les sources, avant leur captage, étaient peu importantes.

La découverte de ces eaux minérales, qui daterait de 1806, serait due à un ancien ouvrier des mines de Servoz, Pierre KIESNER, qui, en se livrant à la pêche dans le torrent, avait remarqué plusieurs fois des vapeurs assez épaisses s'élever dans certains endroits de la rive. Il pratiqua une légère excavation, et il vit suinter aussitôt une eau de température très sensiblement élevée. Le propriétaire du terrain, M. GONTARD, fut avisé, et les fouilles qu'il fit faire ne laissèrent plus aucun doute sur la présence d'une eau minérale abondante.

Le succès ne se fit pas attendre; en 1809, la Société Médicale de Lyon en fait mention en termes élogieux. Le 3 juillet 1810, c'est l'Ecole de Médecine qui avise le Ministère de l'Intérieur de la présence et des qualités des eaux minérales de Saint-Gervais. Enfin, le 30 juin 1810, la Société Médicale de Genève déclare que les malades qui reviennent de ces bains sont très satisfaits et que tout annonce la grande utilité de cet établissement encore à l'état naissant mais qui pourra être complété. L'ancien établissement se trouvait à l'endroit même de l'émergence des sources, au fond d'un vallon étroit et profond où le soleil ne paraissait que peu d'heures par jour. Lorsque l'on voit le bâtiment où se donnaient les bains (il a été, en grande partie, respecté par la catastrophe); on ne peut s'empêcher de faire la réflexion qu'il fallait que ces eaux fussent vraiment efficaces pour donner à la station la vogue dont elle jouissait. Les cabines étaient des espèces de caves où l'air et la lumière ne pénétraient guère.

Au moment où l'établissement prenait une certaine extension, puisqu'en 1856, PAYEN signalait un hôtel de 50 chambres et 20 baignoires fonctionnant continuellement, une catastrophe épouvantable vint balayer et le village et l'Hôtel des Bains. Nous ne pouvons signaler ce désastre sans en indiquer les causes hydro-géologiques. Nous croyons donc intéressant de reproduire le rapport écrit par J. VALLOT et A. DELEBECQUE, douze jours après la catastrophe du 12 juillet 1892, dans un compte rendu à l'Académie des Sciences :

« A la base de l'Aiguille du Goûter, le petit glacier de Tête-Rousse forme un plateau presque horizontal. La partie frontale de ce glacier a été enlevée laissant à sa place un espace demi-circulaire limité en amont par une muraille de 40 mètres de haut, presque verticale. A la base de cette paroi, s'ouvre dans la glace une caverne de 40 mètres de diamètre sur 20 mètres de haut, communiquant par un couloir avec une cavité cylindrique à ciel ouvert, à paroi verticale, résultant de l'*effondrement sur place* d'une poche de glace.

« Les parois de glace polies de ces deux cavités prouvent un contact prolongé avec l'eau.

« Par accumulation des eaux du glacier, un lac intérieur s'est formé entre deux arêtes rocheuses.

« Cette eau, augmentant sans cesse, peut avoir miné la couche de glace qui recouvrait la cavité supérieure; la voûte devenue trop faible s'est alors effondrée, exerçant sur l'eau une pression énorme qui a rompu et projeté violemment une poche de glace.

« Ainsi s'explique la quantité d'eau considérable

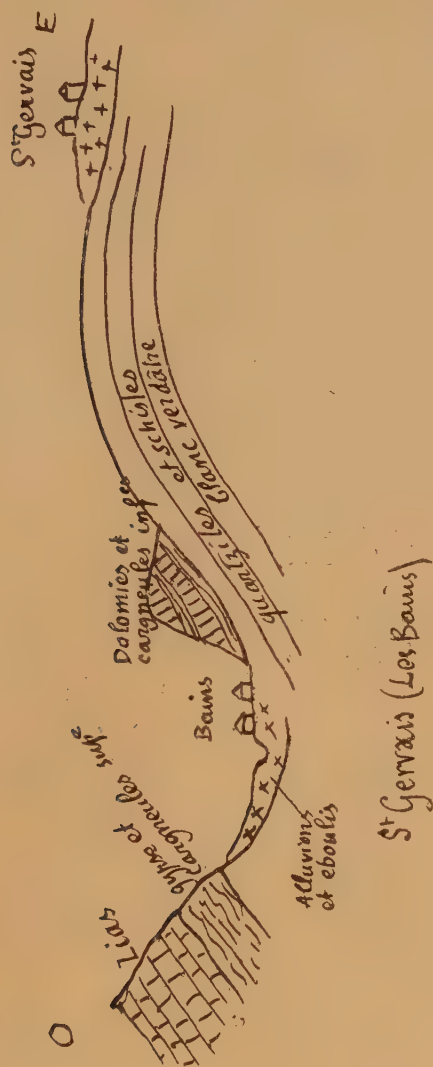
qui s'est précipitée d'un seul coup dans la vallée, emportant sur son passage la terre des rives et formant la boue liquide qui s'est répandue dans les parties basses. »

D'après les mêmes auteurs de cette note, la quantité d'eau fournie pour l'effondrement supérieur est d'environ 80.000 mètres cubes, auxquels il faut ajouter 20.000 mètres cubes pour la grotte d'entrée et 90.000 mètres cubes de glace arrachée à la partie frontale du glacier, ce qui forme un total de 100.000 mètres cubes d'eau et de 90.000 mètres cubes de glace. On comprend les effets destructeurs d'une telle avalanche.

La structure géologique du terrain aux dépens duquel le torrent du Bonnant a creusé sa vallée a permis aux eaux minérales dites de Saint-Gervais d'apparaître sur plusieurs points, après avoir, dans leur circulation parmi des roches de composition assez différente, acquis les principes de minéralisation qui en font la valeur hautement appréciée. La coupe ci-dessous résume l'allure générale des couches.

En descendant de Saint-Gervais vers l'Etablissement de Bains, on quitte les débris de moraine quaternaire sur laquelle est bâti le village. On rencontre ensuite des quartzites dont le pendage est 45° Ouest, alternant avec des schistes blanc-verdâtre. Plus bas, des schistes bruns reposent sur des quartzites alternant avec des cargneules triasiques jaunes qui s'enfoncent sous les gypses affleurant le long de la rive gauche. Ces gypses sont surmontés par la masse des schistes liasiques très peu inclinés.

D'autre part, l'étude du ravin du Dard est fort instructive, car elle démontre la variété de composition



des couches triasiques qui jouent un rôle important dans la minéralisation des eaux de Saint-Gervais. On

y relève de haut en bas la coupe suivante : Dolomies grises compactes — Cargneules jaunes — Schistes brun et lie de vin — Quartzites — Schistes grisâtres — Quartzites. Ce sont ces dernières qui forment les rochers du Dard.

Nous croyons pouvoir ajouter que la cause de la thermalité nous paraît simple en ce qui concerne Saint-Gervais. Les eaux descendant des glaciers du *Mont-Blanc* émergent à plus de 3.000 mètres au-dessous du sommet, de sorte qu'elles empruntent à cette profondeur du sol leur calorique qui pourrait être encore plus élevé. Ajoutons que c'est cette raison de la forte température qui a fait renoncer au projet du chemin de fer de France en Italie, à travers le *Mont-Blanc*, chemin dont le tracé était fait.

Historique des analyses :

Peu de temps après leur découverte, la Source *Gontard* a été analysée par PICLET, TINGRY, etc., tous professeurs à Genève. L'ouvrage de *Bouillon-Lagrange* nous permet d'en faire un résumé succinct :

*Tableau des résultats obtenus par l'emploi des réactifs
sur 3 ou 4 onces d'eau.*

Réactifs	Résultats observés à la Source.
1° Lame d'argent	Légèrement dorée après une heure de séjour.
2° Eau de savon	Tranche subitement.
3° Solution de nitrate de mercure	Précipité blanc et abondant.
4° Acide nitreux	Fait disparaître l'odeur.

- 5° Acide muriatique
oxygéné Donne une forte teinte jaune par sa
concentration, fait disparaître l'o-
deur et ne précipite point.
- 6° Solution de nitrate
de cuivre Précipité blanc verdâtre.
- 7° Eau de chaux Blanchit lentement.
- 8° Solution d'acétate de
plomb Précipité blanc abondant.
- 9° Acide oxalique Précipité blanc abondant.
- 10° Acide sulfurique ... Rien.
- 11° Solution de mur, de
baryte Précipité prompt et abondant.
- 12° Solution de nitrate
d'argent Précipité floconneux; prend la cou-
leur d'ardoise.
- 13° Solution de prussiate
de potasse Rien, même avec addition d'acide
muriatique oxygéné.
- 14° Teinture gallique ... Rien.
- 15° Ammoniaque Rend l'eau laiteuse.
- 16° Solution de carbona-
te de potasse Précipité promptement.
- 17° Potasse caustique .. Précipité blanc floconneux.
- 18° Solution de min. de
chaux Rien.
- 19° Teinture de violettes Prend une teinte rouge très faible.
- 20° Teinture de tourne-
sol Tourne un peu au rouge.
- 21° Papier tournesol ... Rougit un peu.
- 22° Alcool pur Blanchit.

« Il résulte de ces expériences que les eaux de la
« Source Gontard sont essentiellement minérales, et
« de l'ordre de celles qu'on désigne sous le nom
« d'eaux thermales salines, puisque leur température
« est assez élevée et qu'elles manifestent la présence
« de plusieurs sels. »

En 1849, BOURNE, chimiste à Genève, analysa les
eaux, sous la direction du Professeur MARIGNAT. Une
année plus tard, GRANGE répète ses analyses en les
modifiant légèrement. Voici le tableau de cette der-
nière analyse qui porte sur les quatre sources : la
Source Gontard étant désignée sous le nom de Source
du Milieu, et la Source de Mey sous celui de Source
pour la Boisson :

1000 gr. d'eau	Source pour la boisson (de Mey)	Source du Milieu (Gontard)	Source du Torrent	Source ferrugineuse
Température	39°C.	42°C.	39°C.	20°C.
Acide sulfhydriq. libre	0,00081	0,00159	0,00316	»
Sulfure de chaux.....	0,00420	0,00800	0,02385	»
Carbonate de chaux...	0,17333	»	»	0,17166
Bicarbonate de chaux..	0,23133	0,23300	0,21130	»
Sulfate de chaux	8,84208	0,86000	0,05600	0,87156
Carbonate de soude ...	»	»	0,08568	»
Sulfate de soude	2,03492	2,00094	0,82162	1,97320
Chlorure de sodium ...	1,60337	1,66274	1,79456	1,97320
Sulfate de potasse.....	0,06591	0,06218	»	0,08548
Chlorure de magnésium	0,11623	0,12267	0,12490	0,12480
Silice	0,04250	0,04000	0,03700	0,04000
Alumine	0,00400	0,00400	0,00700	0,04000
Oxyde de fer	»	»	»	0,00625
	5,14488	4,99153	5,04627	5,24621

Il est à remarquer que l'on constate la présence d'acide sulfhydrique et de sulfure de calcium dans les trois premières sources.

Le Docteur PAYEN, qui relate ce travail, voulut apprécier lui-même la quantité d'acide sulfhydrique des différentes sources, et les résultats qu'il obtint avec le sulfhydromètre Dupasquier concordèrent avec ceux de BOURNE.

Nous signalons aussi les deux analyses très sérieuses faites en 1878 et en 1889.

*Analyse faite en 1878 par LOSSIER,
chimiste de l'Etat de Genève :*

Sels	Source Gontard	Source de Mey	Source du Torrent
Chlorure de sodium	1.798.134	1.817.548	6.776.295
Sulfate de soude	1.628.045	1.635.329	1.688.089
Sulfate de potasse	0.087.655	0.092.599	0.090.399
— de lithine	0.086.038	0.086.262	0.085.943
— de chaux	1.146.645	1.146.021	1.100.840
— de magnésie	»	»	»
Bicarbonate de chaux	0.039.732	0.016.993	0.058.862
Bicarbonate de magnésie...	0.173.004	0.172.272	0.172.292
Silice	0.045.780	0.045.700	0.030.676
	5.005.033	5.012.724	5.029.936

Analyse faite en 1889 par M. WILM :

Principes minéralisateurs	Source Gontard	Source de Mey	Source du Torrent
Acide carbon. des bicarbon. (CO ₂)	0,1525	0,1408	0,1490
Acide carbonique libre	0,0505	0,0504	0,0506
Hydrogène sulfuré libre	»	»	0,0049
Carbonate de calcium	0,1715	0,1555	0,1677
Carbonate de magnésium	0,0015	0,0038	0,0014
Silicate de magnésium (Si O ₃ Mg)	0,0237	0,0605	0,0298
Silice en excès	0,0279	0,0081	0,0277
Sulfate de sodium.....	1,7150	1,7732	1,7184
— de potassium	0,1070	0,1088	0,1166
— de lithium	0,0770	0,0748	0,0715
— de calcium	0,9017	0,9577	0,9321
— de magnésium	0,1194	0,0695	0,1267
Chloruré de sodium	1,7198	1,7530	1,7509
Bromure de sodium	0,0361	0,0369	0,0407
Iodure de sodium	traces	traces	traces
Total des matières fixées par lit.	4,8997	5,0018	4,9835
Poids du résidu observé	4,8919	4,9960	4,9888

Dans ces deux dernières analyses, on remarque qu'il n'y a plus trace de sulfure dans les deux Sources Gontard et de Mey; celle du Torrent seule a gardé son degré de sulfuration; Les deux autres sources sont absolument salines.

Signalons l'opinion du Docteur DELIGNY sur la désulfuration des sources : « Cette désulfuration des sources, dit le Docteur DELIGNY, a été un bien pour la station thermale qui possède, à la fois, une source chlorurée sodique sulfureuse et deux sources chlorurées sulfatées sodiques et calciques. Elles s'adressent ainsi à un plus grand nombre de maladies ou à des

phases différentes d'une même maladie, ce qui est de la plus grande importance. »

Il est à remarquer que le brome signalé par M. LOSSIER a été trouvé en quantité notable par M. WILM. Ces sources sont même des plus riches en bromure de sodium, ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

Salles de Béarn (Ossian Henri)	— traces.	
Niederbronn ...	— 0,10 bromure de sodium.	
Kreusnach	— 0,034 bromure de magnésium.	
Salins (Soc de la grotte, Revell)	— 0,030 bromure de sodium.	
Saint-Gervais ...	— 0,034 bromure de sodium.	
Bourbonne	— 0,065 bromure de sodium.	
Hambourg	— 7 mmgr. 7 de lithine pure par litre.	
Châtelguyon ...	— 7 mmgr. 8 de lithine pure par litre.	
Hissingen	— 8 mmgr. 8 de lithine pure par litre.	
Royat	— 12 mmgr. par litre.	
Kreusnach	— 13 mmgr. 5 p. litre.	
Saint-Gervais ...	— 29 mmgr. 3 par litre.	

Enfin, il est important de constater que ces deux analyses signalent de la *lithine* en quantité considérable, qui font de Saint-Gervais la station la plus lithinée d'Europe.

Enfin, le Docteur GUERIDAUD, qui a écrit un travail très documenté sur les eaux de Saint-Gervais, ouvrage dans lequel nous avons souvent puisé, a fait une étude très approfondie des eaux de Saint-Gervais. Nous donnons le résultat de ces recherches, mais, auparavant, nous allons mentionner ce qu'il nous dit en préface de ses analyses :

« Nous avons ensuite entrepris le dosage de chaque élément, recommençant plusieurs fois la même opération, employant souvent plusieurs procédés simultanément. »

Et plus loin, il écrit :

« Afin de donner plus d'autorité à notre travail, nous avons cru devoir nous placer sous les auspices d'un chimiste éminent. M. Adolphe CARNOT, ingénieur de l'Ecole des Mines, a bien voulu procéder dans son laboratoire à l'analyse des eaux de cette même source.

« Nous avons la vive satisfaction de constater que notre résultat ne diffère pas sensiblement de celui du savant à qui nous offrons ici l'expression de notre profonde reconnaissance. »

*Analyse de M. le Docteur GUERIDAUD,
résultat pour 1 litre d'eau de la Source Gontard :*

Potasse	0,0630
Soude	1,5585
Chaux	0,4360

Magnésie	0,0480
Lithiné	0,0290
Silice	0,0412
Acide chlorhydrique	1,0057
— bromhydrique	0,0269
— iodhydrique	traces
— sulfurique	1,1565
— phosphorique	traces
— arsénique	traces
— carbonique libre	0,0462
— carbonique combiné	0,1376
Substances organiques	traces

Le calcul des bases et des acides a permis au Docteur GUERIDAUD d'établir le tableau suivant des sels contenus dans la Source Gontard :

Bicarbonate de chaux	0,2533
Sulfate de potasse	0,1166
Sulfate de chaux	0,8464
Sulfate de lithine	0,1020
Sulfate de magnésie	0,1440
Sulfate de soude	1,4928
Chlorure de sodium	1,6116
Bromure de sodium	0,0343
Silicate de soude	0,0837
Iode	traces
Phosphore	traces
Arsenic	traces

4 gr. 6847

Résidu salin à 180° 4 gr. 610

Le Docteur GUERIDAUD conclut : « La minéralisation des eaux de Saint-Gervais est assez complexe et difficile à exprimer, car il n'y a pas d'élément « l'emportant suffisamment sur les autres pour caractériser l'eau. »

« Ces eaux sont sulfatées, chlorurées, sodiques et « calciques ; elles sont lithinées et bromurées à un « haut degré relativement aux autres eaux minérales « qui contiennent les mêmes principes. Enfin, elles « sont bicarbonatées calciques. »

Recherches personnelles :

Nous devons signaler qu'actuellement la Source Gontard et la Source de Mey ne forment plus qu'une seule source, les eaux ayant été réunies.

Nos résultats personnels différeront donc légèrement de ceux que nous venons d'énumérer.

Source Gontard :

Captage : composé de blocs de granit reliés par de la maçonnerie en ciment dans les parties non étanches, c'est-à-dire à la partie supérieure. Leur situation et leur fermeture les mettent à l'abri absolu des poussières.

Débit : celui-ci, qui était de 96 litres par minute, a passé, depuis le nouveau captage, à 200 litres par minute, soit 288.000 litres par jour.

Odeur : aucune.

Limpidité : parfaite.

Saveur : saline, non désagréable.

Sensation : douce au toucher.

Température de l'air : 15°.

Température de l'eau : 39°.

Source magnésienne :

Captage : semblable à celui de la Source Gontard.

Débit : environ 600 litres par minute, soit 864.000 litres par jour.

Saveur : saline.

Odeur : aucune.

Limpidité : parfaite.

Température : 11°3.

Source sulfureuse du Torrent :

Captage : en ciment et à étanchéité absolue.

Débit : environ de 10 à 30 litres par minute, soit 14.400 à 43.200 litres par jour.

Odeur : d'hydrogène sulfurée.

Saveur : fade caractéristique.

Limpidité : parfaite.

Température : varie entre 18° et 29°; à ce sujet, nous signalons que la température augmente lorsque le débit diminue, et inversement, la température diminue lorsque le débit augmente.

Degré sulfhydrométrique total	0,185
— — — — — moins H ² S	0,08
— — — — — moins H ² S et sulf. .	0,049

Nous donnons, dans le tableau ci-dessous, le résul-

tat de nos analyses pour les trois sources Gontard, Torrent ou sulfureuse, magnésienne.

	Source Gontard	Source du Torrent	Source magnésienne
Degré hydrotimétrique total.....	73°	37°	124°
— moins la chaux	19°	19°	46°
— permanent.	60°	32°	51°
— moins la chaux	16°	19°	18°
Chlorures	1,7	72,5	1,5
Nitrites	0	0	0
Nitrates en NO ₃ H	0	0	0
Sulfate	trac.lég.	trac.lég.	trac.lég.
Azote ammoniacal	0,04	0,16	0
Azote albuminoïde	0,03	0,03	0,02
Matières organiques sol. alcaline..	0,5	»	0,6
Chaux	307,8	102,6	444,6
Magnésie	184,8	54,6	138,6
Alcalinité en carb. chaux.....	32	25	32

Nous avons étudié une nouvelle source, mais les échantillons ayant été pris en période de travaux de captage, nos eaux étaient souillées par des minéraux en suspension ou en dissolution, nous citons donc notre analyse sous toutes les réserves.

Analyse bactériologique

de la Nouvelle source dite « Magnésienne »

Ensemencements pratiqués le jour même du prélèvement dans des tubes scellés, stérilisés à 180°.

Incubation : 28 jours.

Numération : 110 germes par cc. ; reconnu *Mucor Mécido*.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Recherche du bacille d'Eberth : résultat négatif.

Eau bactériologiquement très pure.

Notre analyse nous permet de constater, en ce qui concerne la source du Torrent, sulfureuse, des variations assez importantes. L'eau sulfureuse de Saint-Gervais a donc un degré sulfhydrométrique assez variable. A ce sujet, nous ferons les mêmes remarques que pour les variations de température et de débit, ce qui nous permet de conclure que, lorsque le torrent est abondant, des infiltrations se produisent, occasionnant toutes les variations constatées.

Depuis la date de notre analyse, les travaux étant terminés, des prélèvements ont pu être pris et nous avons connu la composition suivante de cette nouvelle source.

Voici le résultat qui nous a été communiqué :

Résidu sec	2,570
Silice en Si O_2	0,0062
Alumine en $\text{Al}_2 \text{O}_3$	0,0014
Fer en $\text{Fe}_2 \text{O}_3$	0,0011
Chaux en Ca O	0,8470
Magnésie en Mg O	0,1222
Chlorures : totaux en Na Cl	0,011
Chlorure de potassium	0
Sulfates en So_3	1,230
Carbonates et bicarbon. en Co_2 ..	0,0771
Iode, chlore, brome	Néant
Phosphate	Néant
Manganèse	Néant

Arsenic	Néant
Hydrogène sulfuré	Néant
Ammoniaque	Traces
Nitrates	Traces
Nitrites	Néant
Alcalinité en $\text{So}^4 \text{H}^2$ par litre....	0,0294
Degré hydrotimétrique total	123,07
— — — permanent	26,06
Matières organ. en milieu acide..	1 mmgr. 5 d'O.
— — — alcalin.	0 mmgr. 25 d'O.

Le groupement d'éléments suivants a été établi.

Bicarbonate de chaux	0,263
— de magnésie	0,012
— de fer	0,002
Sulfate de chaux	1,700
— de potassium	0,006
— de magnésie	0,336
Acide silicique	0,006
Nitrate de chaux	Traces

Conclusions. — Les eaux de Saint-Gervais, toutes riches en principes minéralisateurs, sont au premier rang des sources d'Europe, en ce qui concerne le lithium et le brome. Si elles jouissent déjà de la faveur des malades, il est permis, je crois, de leur prédire un avenir encore plus brillant.

A remarquer que des travaux s'imposent pour empêcher l'infiltration des eaux superficielles dans les eaux de la source du Torrent, la régularité du débit, la constance de la température et des principes mi-

néralisants ayant une grande importance en thérapeutique.

Signalons enfin l'abondance du débit de la nouvelle source magnésienne, qui semble posséder des qualités laxatives précieuses.

CONCLUSIONS

Dans notre étude, nous avons signalé 63 sources ; sur ce nombre, 25 intéressant 8 localités, sont classées et autorisées par l'Académie de Médecine.

Nous avons procédé à l'analyse chimique de 36 sources et à l'analyse bactériologique de 4 sources.

De notre travail, découle les conclusions suivantes :

I. — Certaines de ces sources ont subi des variations depuis leur découverte.

C'est ainsi que :

La source sulfureuse de Menthon-les-Bains, connue des Romains, a vu son degré sulfhydrométrique baisser légèrement.

La source du Torrent, à Saint-Gervais-les-Bains, subit des variations de température allant de 18° à 29° ; d'autre part, l'odeur d'hydrogène sulfuré s'accroît avec la thermalité et diminue avec l'augmentation du débit, ce qui fait présumer des infiltrations jouant un rôle de dilution des principes minéralisateurs.

Les sources Gontard et de Mey, à Saint-Gervais-les Bains ont été réunies pour ne former qu'une source qui porte le nom de Source Gontard.

Le barrage hydro-électrique du Val de Fier qui a élevé de 15 à 20 mètres le plan d'eau du Fier, a provoqué l'ennoyement de la source dite de Saint-André.

II. — Si quelques-unes des sources que nous avons étudiées jouissent d'un renom bien mérité et d'une exploitation moderne, comme celles d'Evian et de Saint-Gervais, il en est d'autres qui gagneraient à se faire connaître et à être mieux exploitées.

La Caille, possède des baignoires, mais le manque de confort et l'insuffisance d'hôtels empêchent le développement de cette station.

Menthon, Thonon-les-Bains, pourraient être plus fréquentés par les malades.

Bromines, qui a été exploité, ne l'est plus depuis 1898, ce qui est regrettable, vu la richesse minérale de cette eau.

III. — D'autres sources encore peu connues, demanderaient à être étudiées plus complètement étant susceptibles d'être autorisées et exploitées.

Chamonix, remarquable par la constance du degré sulfhydrométrique de son eau.

Saint-Gervais-les-Bains (nouvelle source magnésienne).

Sixt, source magnésienne et ferrugineuse.

IV. — Signalons l'intérêt que pourrait avoir les sources d'eaux minérales de :

Samoëns (source sulfureuse de la Golèze, source magnésienne, ferrugineuse de Mathonnex).

Petit-Bornand (source sulfureuse).

Les Voirons (source alcaline).

Etrembières (source alcaline).

Saint-Jean d'Aulph (source sulfureuse, dont le degré sulfhydrométrique est trop élevé pour qu'on la boive, mais qui pourrait être employée très utilement en bains ou gargarismes).

Nous avons conscience d'avoir apporté dans nos recherches tout le soin dont nous étions capable. Nous serons récompensé de nos efforts, si nos recherches peuvent contribuer à faire mieux connaître les ressources en eaux minérales qu'offre le Département de la Haute-Savoie, et nous serons heureux si elles facilitent un jour la tâche à ceux qui voudront pousser l'étude de ces eaux à un point encore plus complet.

Vu :

Le Président de la Thèse :

E. BARRAL.

Vu :

Le Doyen :

J. LÉPINE.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 3 Novembre 1926.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
GHEUSI.

BIBLIOGRAPHIE

CHIMIE ET GEOLOGIE

- E. BARRAL. — Précis d'analyses chimiques quantitatives et qualitatives.
- F. BOCHER. — Analyses chimiques et bactériologiques des eaux potables et minérales.
- E. BONJEAN. — Identification des eaux minérales (*Annales des Falsifications*, juillet 1900).
- FRESENIS. — Traité d'analyses qualitatives et quantitatives.
- JADIN et ASTRUC. — Précis d'Hydrologie, Géologie, Minéralogie, 2^e éd., 1920.
- F. TOUPLAIN. — Analyses générales des eaux.
- F.-P. TREADWELL. — Chimie analytique, qualitative, quantitative.
- BARDET. — Notion d'hydrologie moderne.
- VILLERS, COLLIN, FAYOLLE. — Traité des Falsifications, eau, boisson.
- MOISSAN. — Chimie minérale.
- CARNOT. — Chimie minérale.
- MOLLIEX. — Analyse des eaux potables.
- ROCHAIX et COURMONT. — Précis d'Hygiène.
- PELLERIN. — Traité d'analyse des matières alimentaires.
- CAUSSE. — Précis d'Hydrologie.
- F. DIENERT. — Eaux douces et eaux minérales.

- A. KLING. — Méthodes actuelles d'expertises employées au
Laboratoire Municipal de la Ville de Paris.
- LOMBARD. — *Bulletin de la Société chimique de France*.
- DENIGES. — Traité de Chimie analytique.
- PHORMINÉE. — Dosage de l'alcalinité de l'eau (*Bulletin des
Sciences Pharmacologiques*, mai-avril 1916).
- L. BONNET. — Degré hydrotimétrique des eaux gazeuses (*An-
nales des Falsifications*, sept.-octobre 1907).
- WURTZ. — Dictionnaire de Chimie et Géologie.
- E. BONNET. — Description des glaciers et amas de glace du
Duché de Savoie, Genève, 1773.
- T. BOURRIT. — Nouvelle description des glaciers, vallées de
glaces et glaciers qui forment la grande chaîne des
Alpes de Suisse, d'Italie et de Savoie, Genève 1787.
ses rapports avec l'antiquité de l'homme en Europe
(*Revue générale Sciences pures et appliquées*, 1923).
- Ch. DEPERET. — La classification des terrains quaternaires
et ses rapports.
- D. HOLLANDE. — Conférence sur les glaciers des Massifs du
Mont-Blanc, Chambéry, 1897.
- W. KILLIAN et J. REVIL. — Etudes géologiques dans les Alpes
Occidentales, Paris, 1904.
- W. KILLIAN. — Etude sur la période pléistocène (quaternaire
dans la partie moyenne du Bassin du Rhône, Greno-
ble, 1917).
- P. TERMIER. — Deux conférences de Géologie alpine, Paris,
1910.
- J. REVIL. — Etude hydrogéologique de la Savoie et Haute-
Savoie.
- MORET. — Enquête critique sur les ressources minérales de
la Province de Savoie, Grenoble, 1925.
- LUGEON. — La Brèche du Chablais. Service de la Carte géo-
logique de France, 1895.
- FAVRE. — Recherches géologiques dans les parties de la Sa-
voie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-
Blanc, Genève, 1867.
- J. REVIL. — *Revue Savoisienne*. Les origines des eaux miné-
rales de la Savoie.

ÉTUDES ANTÉRIEURES

- D^r J. GUÉRIMEAUD. — Les eaux minérales de Saint-Gervais-les-Bains, 1900.
- D^r PAYEN. — Notice sur les Eaux Minérales de Saint-Gervais, 1854.
- D^r G. LOCHON. — Etude Climatologique, Hydrologique, Thérapeutique de Thonon-les-Bains, 1896.
- Ch. MARTEAUX et Marc LE ROUX. — Voie Romaine de Bovtae à Casvaria, 1903.
- Paul COLLET. — La Caille, son établissement thermal, son pont, ses environs, 1853.
- Paul COLLET. — Guide de Chamonix, 1852.
- E. P. et F. D. R. — Samoëns et ses alentours, 1900. Imp. Chavin, Bonneville.
- CALLOUD. — Analyse des eaux de Menthon, 1865.
- D^r BONJEAN. — De la constance des eaux de la source Cachat à Evian.
- Marc LE ROUX. — La Haute-Savoie. Guides du Touriste, du Naturaliste, de l'Archéologue.
- GONTHIER. — *Revue Savoisienne*. Communication sur les eaux de La Caille, 1897.
- MORTILLET. — *Annales d'agriculture de Savoie*.
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. Direction des Mines. — Statistique de l'Industrie Minérale et appareils à vapeur en France et en Algérie, 1921.
- BARBIER. — La Savoie Industrielle, 1875.
-

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	9
CHAPITRE II. — Esquisse géologique du Département de la Haute-Savoie	13
CHAPITRE III. — Procédés analytiques	24
CHAPITRE IV. — Prélèvement des échantillons.....	34
CHAPITRE V. — Classification des Eaux Minérales par région géologique	36
CHAPITRE VI.	39
Evian-les-Bains	39
Amphion-les-Bains	60
Maxilly	66
Thonon	69
Allinges	74
Port de Tougues.....	77
Etrembières	79
Feternes	83
La Caille	86
Bromines	93
Saint-André-Val de Fier	98
Thusy-Planchamp	100

CHAPITRE VII. — Préalpes bordières ou médianes.....	103
Saint-Jean-d'Aulph	103
Abondance	106
Châtel	109
CHAPITRE VIII. — Zone subalpine.....	111
Sixt	111
Samoëns	114
Les Voirons	122
La Roche-sur-Foron	125
Petit-Bornand	127
Grand-Bornand	130
Menthon	133
Chamonix	145
Les Houches	151
Saint-Gervais	153
CONCLUSIONS	173
BIBLIOGRAPHIE	177

